BAND XXIV HEFT 3 NOVEMBER 1937

IMP. INST. ENT.
— LIBRARY —
13 DEC 1937
E & A
Ex. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. h. c., o. ö. Professor an der Universität München

MIT 2 TAFELN UND 45 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXIV Heft 3 S. 325—460 Bln. 1937

Inhalt.

Originalaufsätze.

Seite

Die Lupinenblattrandkäfer *Sitona griseus* F. und *Sitona gressorius* F. Von K. Th. Andersen. (Mit 16 Abbildungen.) 325

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Wachstum der Hausbockkäferlarven. Von Dr. Kurt Schuch. (Mit 3 Abbildungen.) 357

Ameisen und Blattläuse. (Ein Beitrag zur Ökologie aphidophiler Ameisen) Von Julius Herzig. (Mit 18 Abbildungen) 367

Die Oberflächenstruktur von Motteneiern als Bestimmungsmerkmal. Von Rudolf Lehmensick und Rudolf Liebers. (Mit 2 Tafeln und 8 Abbildungen.) . . 436

Referate.

Einzelreferate 448

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt pro Bogen 32.— Rm., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band, zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52,— Rm.

Band XXIV, Heft 3.

Originalaufsätze.

Title A25 729

Die Lupinenblattrandkäfer Sitona griseus F. und Sitona gressorius F.

Von

K. Th. Andersen.

(Mit 16 Abbildungen.)

Inhaltsübersicht.

Seite

Systematische Stellung und Vorkommen 327
Beschreibung der Käfer und ihrer Entwicklungsstufen 328
Die Käfer 328
Sitona gressorius F. 329
Sitona griseus F. 332
Kennzeichnende Unterschiede 334
Die Larven 334
Die Eier 336
Biologie und Ökologie 337
Die Käfer 337
Ernährung 337
Totstellreflex und Sichverbergen 337
Temperaturabhängigkeit 338
1. Aktivität 338
2. Laufgeschwindigkeit 339
3. Schreck- und Vorzugstemperatur 340
Die Larven 340
Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier 341
Eiablage und Generationenfrage 344
Größe der Eizahl und ihre Temperaturabhängigkeit 344
Zeit der Eiablage und Generationenfrage 348
Feinde 349
Die beiden Sitona Arten als Schädlinge 350
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse 353
Schriftenverzeichnis 355

* * *

Veranlaßt durch meine Monographie über den gestreiften Blattrandkäfer *Sitona lineatus* L. erhielt ich im August 1933 aus Petkus i. d. Mark[1]) Blattrandkäfer zugeschickt, die zu manchen Zeiten in großer Zahl an Lupinen beobachtet wurden und diese in erhebliehem Maße schädigten. Ich bestimmte sie als *Sitona griseus* F.

1934 konnte ich dann mit einigen Käfern Vorversuche anstellen. 1935 waren unter den im Mai übersandten Käfern neben *Sitona griseus* F. auch noch solche einer größeren Art, die ich als *Sitona gressorius* F. bestimmte.

Herr Dr. Zumpt vom Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg, dem auch hier für seine Liebenswürdigkeit gedankt sei, bestätigte meine Bestimmung der beiden Sitonaarten. Damit war zum erstenmal die bisher immer nur als in Südeuropa vorkommend aufgeführte größte Sitonaart auch für Mitteleuropa nachgewiesen.

Soweit die im Frühjahr 1935 erhaltenen Tiere ausreichten, wurde die Abhängigkeit der Eiablage und der Eizeit (Embryonalentwicklung) von der Temperatur untersucht. 1936 bekam ich erst im August Käfer. Im Frühjahr und Sommer hatten sich nur wenige gezeigt. Merkwürdigerweise waren es nur Tiere der Art *S. gressorius*. Auf Grund der Beobachtungen von 1935 wurden noch einmal die Temperaturabhängigkeit der Embryonalentwicklung und dann auch der Einfluß der Luftfeuchtigkeit darauf, schließlich noch die Aktivität der Käfer bei verschiedenen Wärmegraden untersucht.

Was ich bisher über die Biologie und Ökologie dieser beiden Sitonaarten ermitteln konnte, soll in dieser Arbeit mitgeteilt werden. Beide Sitonaarten verdienen aus verschiedenen Gründen eine besondere Beachtung. Erstens sind es Schädlinge, denen mit der ständigen Zunahme des Anbaues der Lupinen eine wachsende Bedeutung im Heere der Schadinsekten zukommt. Zweitens ist *Sitona gressorius* nicht nur als Schädling, sondern überhaupt in Deutschland bezw. im mittleren und nördlicheren Europa neu. Drittens sind beide Arten hinsichtlich ihrer Biologie und Ökologie so gut wie unbekannt. Außerdem dürfte ein Vergleich des biologischen Verhaltens, namentlich bezüglich der Temperaturabhängigkeit, beider Arten untereinander und mit *Sitona lineatus* L. insofern lehrreich sein, als *S. lineatus* und *S. griseus* in ganz Europa vorkommen, während *S. gressorius* bisher nur in Südeuropa und in Palästina angetroffen wurde.

---

[1]) Für das Sammelnlassen und die Übersendung der Käfer bin ich den Herren Dr. Laube und Dr. v. Funke des Saatgutes F. von Lochow-Petkus G. m. b. H. zu herzlichem Dank verpflichtet.

Systematische Stellung und Vorkommen.

Sitona griseus und *Sitona gressorius*[1]) wurden als neue Arten entdeckt und aufgestellt von Fabricius:

Curculio griseus (Fabr. Ent. syst. 2, 464, 292).

C. brevirostris supra griseo — fuscus, subtus cinereus, rostro canaliculato.
Vorkommen: England, Italien.

Curculio gressorius (Fabr. Ent. syst. 2, 465, 296; Syst. insect. S. 523 als *grissonus* bezeichnet, im Index aber als *gressorius*).

C. brevirostris griseus, capite thoraceque nigris: linea dorsalis alba.
Vorkommen: Italien.

J. F. W. Herbst bringt in der bekannten Büffonschen Naturgeschichte (1795) die beiden Arten mit der Kennzeichnung des Fabricius und kurzer deutscher Beschreibung.

A. G. Olivier (1807) übernimmt in Band V seiner Entomologie die beiden Arbeiten mit der Beschreibung des Fabricius. Die 2 Abbildungen sind nicht besonders gut, namentlich die von *S. griseus*. Abgesehen von der Farbe, die gelb statt grau ist, ist die Form verzeichnet. Die Flügeldecken sind hier z. B. eirund. Das Vorkommen beider Arten wird erweitert: *S. griseus:* England, Italien und Frankreich, *S. gressorius:* Italien und Portugal.

E. F. Germar (1824) zieht aus der großen Gattung Curculio die Gattung Sitona heraus und nennt unter den elf angeführten Arten als erste *Sitona gressorius = Curculio gressorius* Fab. Oliv. *S. griseus* fehlt.

Eine ausführliche, gute Beschreibung beider Arten gibt dann C. J. Schönherr (1834 II, S. 97 und 98). Er führt auch bereits beide Arten hintereinander auf und nimmt bei der Beschreibung von *S. griseus* auf *S. gressorius* Bezug, hält sie also für einander nahestehende Arten. In Band VI (1840) seiner Synonymia insectorum führt er sogar *S. gressorius* nicht mehr als selbständige Art, sondern nur als Varietät von *S. griseus* auf.

J. Walton (1846) teilt die Arten der Gattung Sitona in 3 Gruppen nach dem Grade des Hervortretens der Augen. Unter der 3. Gruppe mit stark vorgewölbten Augen, führt er als letzte, 14. Art *S. gisea* Fab. an. *S. gressorius* Fab., Germ., Schönherr ist nach ihm synonym mit *S. griseus* ebenso wie *Curculio fuscus* Marsh. und *Curc. trisulcus* Kirby M. S. S.

Über das Vorkommen von *S. griseus* in England, den übrigens auch D. J. Jackson (1920) in ihrem Bestimmungsschlüssel der an Hülsenfrüchten gefundenen britischen Arten der Gattung Sitones anführt, aber nicht als eigentlichen Schädling (injurious species), berichtet M. A. Fowler (1891) genauer. Nach ihm kommt *S. griseus* in England an sandigen Plätzen vor, an den Wurzeln von Ginster, Gras usw. In manchen Distrikten der

[1]) gressorius wahrscheinlich von gressum oder griseum = grau, weiß gesprenkelt (= vair = Feh) abgeleitet.

Küste ist er örtlich gemein, aber weniger gemein im Inland und nicht bekannt in den mittleren Teilen des Landes oder irgendeinem weiter von der Küste entfernten Platz. Es scheint, daß er allgemein entlang den Küsten von England und Wales verbreitet ist, nach dem Norden zu aber spärlicher wird. In Schottland ist er sehr selten, in Tay- und Moray-distrikts, in Irland Baldoyle.

Das neuere Schrifttum, namentlich soweit es sich um Angaben über die beiden Sitonaarten als Schädlinge handelt, soll in dem Abschnitt „die beiden Sitonaarten als Schädlinge" erwähnt werden.

Beschreibung der Käfer und ihrer Entwicklungsstufen.

Die Käfer.

Beide Sitonaarten gehören zu den in Reitters Fauna germanica „Käfer" als 1. Gruppe bezeichneten Scutellati. Das Schildchen ist hier mit nach vorne auseinanderstrebenden oder strahlenförmig gestellten Schuppenhaaren besetzt. Diese Schuppenhaare sind hell, weißlich und bedeutend länger als die Schuppen des Brustschildes (Pronotum) und der Flügeldecken. Sie bilden meistens zwei mehr oder weniger divergierende Strahlenbündel, so daß sie bei schwacher Vergrößerung (s. Abb. 2 und 5) wie zwei längliche, helle Flecken aussehen. Manchmal stehen sie aber auch zu einem einzigen Strahlenbüschel zusammen. Besonders deutlich und groß sind das Schuppenbüschel und die einzelnen Schuppen bei *S. gressorius*. Jedes Büschel ist in feinste Härchen ausgefranst. Bei *S. griseus* erscheint das Schildchen größer als es in Wirklichkeit ist, weil die es auf den Flügeldecken umgebenden Schuppen gleich hell wie die Schuppen des Schildchens sind.

S. griseus gehört dann zur I. Reihe, bei der die Gelenkgruben der Vorderhüften bis zur Abschnürungslinie reichen, die sich hinter dem Vorderrand der Vorderbrust befindet und eine Art Kragenwulst abschnürt (s. Abb. 1a). *S. gressorius* dagegen gehört in die II. Reihe, bei der die Gelenkgruben nicht bis zur Abschnürungslinie reichen, vielmehr von dieser mit ihrem Rand so weit entfernt sind als der Kragenwulst breit ist (s. Abb. 1b). Zu den Scutellati zählt Reitter außer *S. gressorius* und *S. griseus* noch eine 3. Art *S. intermedius*, die ebenfalls wie *S. gressorius* eine südeuropäische Art ist und einmal nach v. Heyden bei Erfurt auf Coronilla gefunden wurde. *S. intermedius* gehört auch zu den größeren Sitonaarten, erreicht aber nur die Größe von *S. griseus* (6—8 mm). Wie *S. gressorius* gehört aber *S. intermedius* zur II. Reihe. Beide unterscheiden sich außer durch andere auffälligere Merkmale, auf die Reitter, offenbar weil es sich um südeuropäische Arten handelt, nicht eingeht, durch die Behaarung der Vorderbrust zwischen Hüftgruben und Abschnürungslinie. Bei *S. intermedius* ist die Vorderbrust vor den Hüften

einfach beschuppt und behaart, bei *S. gressorius* stehen die Schuppen dagegen in zwei strahlenförmigen Kreisen (s. Abb. 1b).

S. griseus und *S. gressorius* sind aber nicht nur durch diese feinen Gruppenunterschiede gekennzeichnet, sondern durch eine Reihe Merkmale,

a *b*

Abb. 1. Unterseite der Vorderbrust und des Kopfes von *a Sitona griseus* F. und *b Sitona gressorius* F. × = Abschnürungslinie der Vorderbrust.

die vielfach schon dem unbewaffneten Auge auffallen. Sie sollen in der folgenden Beschreibung der beiden Käfer besonders herausgestellt werden.

Sitona gressorius Fab.

Dieser gilt als die größte Sitonaart. Nach meinen Messungen schwankt die Länge (Rostrumende — Flügeldeckenspitze auf die Unterlage projiziert) zwischen 7,3 und 10,0 mm, jedoch sind diese extremen Längen ziemlich selten. Die meisten Käfer sind 8 bezw. 9—9,5 mm lang, und zwar sind die Männchen durchschnittlich wieder kleiner (im Mittel 8 mm) als die Weibchen (im Mittel 9,3 mm).

Gestalt: Kopf: gestreckt, länglich (bei *S. lineatus* kürzer und mehr hängend), Oberseite fast flach. Der Rüssel fast so lang und nur wenig schmäler als der Kopf, bildet dessen beinahe gerade Fortsetzung (Profillinie von Kopf mit Rüssel und Brustschild Oberseite nur wenig gebogen). Profillinie der Kehle und Rüsselunterseite leicht gebogen, nicht geknickt wie bei *S. lineatus*. Rüsseloberseite mit zentraler Furche, die sich auf die Stirne bis hinter die Augen fortsetzt.

Augen: groß, stark gewölbt und vorstehend, längsoval (auffallend langgestreckt), am oberen Stirnrande gelegen. Rötlichbraun gefleckt.

Fühler: aschgrau (schwarz mit weißlichen längeren und kürzeren Haaren besetzt), Fühlerkeule spindelförmig, schmal. Das Stielglied sitzt in der Mitte der Fühlerfurche, die vom Oberrand des Rostrums in leichtem Bogen zum Unterrande zieht.

Brustschild: erscheint infolge des gestreckten Kopfes und Rüssels und der hellen Mittellinie länger als es tatsächlich ist. Es ist etwas breiter als lang (nicht umgekehrt wie Schönherr nach bloßem Augenschein angibt). Länge : Breite = 1 : 1,05. Gegen Kopf gerade abgegrenzt, Ringwulst (s. oben) nicht besonders deutlich, gegen Flügeldecken flach ausgebogt. Von vorne nach hinten (s Seitenansicht Abb. 3) schwach, von links nach rechts stark gewölbt. An der Basis breiter als am Kopf, ungefähr in der Mitte am breitesten, hier eckig erweitert.

Abb. 2. *Sitona gressorius* F. Rückenansicht. Vergr. 6fach.

Flügeldecken: langgestreckt. Mit durchschnittlich 4,7 mm Länge nehmen sie über die Hälfte der ganzen Körperlänge ein. Seitenränder fast parallel, größte Breite hinter der Mitte, dort, wo die Flügeldecken sich zu verschmälern beginnen. Ungefähr halb so breit als lang (2,9 : 4,7 mm). An den Schultern kaum merklich schmäler als weiter hinten, ungefähr doppelt so breit wie Brustschildbasis. Schultern

Abb. 3. *Sitona gressorius* F. Seitenansicht. Vergr. 6fach.

abgeschrägt. Wölbung von vorne nach hinten bis zur größten Breite gering. Am Ende eiförmig spitz abgerundet.

Farbe, Behaarung und Skulpturen: Oberseite bräunlich bis gelblichgrau. Je älter die Käfer sind, um so dunkler werden sie, weil sich die Schuppen abwetzen Die Unterseite ist heller als die Oberseite, im großen und ganzen grau, bei den einen mehr gelblich-bräunlich grau, bei den anderen mehr weißlichgrau.

Die Färbung wird, wie auch bei *S. lineatus*, durch die Farbe der Haare und Schuppen, womit der ganze Körper ziemlich dicht bedeckt ist, hervorgerufen. Die Körperoberfläche ist an und für sich schwarz. Die Unterseite ist von ziemlich einheitlichen mehr oder weniger langen und schmalen, fein gerillten und, wenn sie etwas breiter sind, am Ende fein ausgefransten Schuppen dicht besetzt. Dazwischen stehen etwas spärlicher ganz feine Haare, die länger als die Schuppen sind. Schuppen und Haare sind hell ockerfarben bis weißlich, oft mit einem goldigen metallischen

Schimmer, der von der feinen Rillung herrührt. Sie sind dem Körper enge anliegend, nach rückwärts gerichtet und verleihen der Unterseite eine gleichmäßige, helle Färbung und ein seidiges Ansehen. An der Kehle und Rüsselunterseite sind die Schuppen und Haare nach vorne gerichtet (s. Abb. 1 b). Über die charakteristische strahlenförmige Anordnung der Schuppen (s. Abb. 1 b) vor den beiden Hüftgliedern haben wir schon gesprochen. Am Ende des Rüssels bilden zu beiden Seiten längere und stärkere, hellfarbige Haare einen ziemlich kräftigen Bart (s. Seitenansicht Abb. 3). Die helle Färbung der Unterseite reicht an den Seiten bis zur Mitte und ist namentlich auf Kopf, Rüssel und Pronotum mit scharfer Linie gegen die dunkle Oberseite abgegrenzt. Am Kopf reicht sie bis zum Unterrande des Auges, an den Flügeldecken vorne bis zu den Schultern hinauf, weil hier die Elytren nach unten eingebogen sind. Gegen das Hinterende der Flügeldecken zu wird der nach unten umgeschlagene Rand immer schmäler und damit die Hellfärbung auf ihnen. Auch ist die Grenze zwischen dunkler Oberseite und heller Unterseite auf den Flügeldecken lange nicht so scharf wie am Vorderkörper.

Die Oberseite ist wesentlich dunkler als die Unterseite. Die Schuppen sind auf Rüssel, Kopf und Brustschild dunkelbraun. Von einer Farbe der Schuppen kann man eigentlich nicht sprechen. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man, daß es dunkelgolden rötlich schillernde, metallisch glänzende, fein gerillte Schuppen sind. Zusammen mit dem schwarzen Integument kommt dann die dunkelbraune Färbung von Kopf, Rüssel und Pronotumoberseite zustande. Für *S. gressorius* ist ein schmaler, scharf begrenzter heller Mittelstreifen auf dem Brustschild, der sich dann schmäler und etwas undeutlicher auf dem Scheitel und der Stirn des Kopfes fortsetzt und an der breiten dorsalen Rüsselfurche endet, kennzeichnend. Er besteht aus hell ockergelben, verhältnismäßig breiten und dicht stehenden Schuppen. Die Flügeldecken erscheinen im ganzen etwas heller als Brustschild und Kopf. Sie sind undeutlich gestreift, was davon herrührt, daß zwischen die metallisch schimmernden rötlich goldenen Schuppen, wie sie die ganze Oberseite des Käfers bedecken, unregelmäßig begrenzte Flecken von weißlichen, kurzen Haaren eingestreut sind, die zu Längsreihen angeordnet sind. Die Beine sind schwarz und mit feinen weißlichen Haaren bedeckt, die Tarsen auch noch mit längeren und kräftigeren, dunkleren Haaren. Die Schuppen der Unterseite des Käfers sind gleichförmig gelblichgrau, manchmal mehr ins Bräunliche gehend, länger und schmäler als auf der Oberseite und dem Körper dicht angeschmiegt, wodurch der Seidenglanz der Unterseite zustande kommt.

Brustschild und Flügeldecken sind, wenn man die Schuppen entfernt, mit feinen, auf dem Brustschild kräftigeren, punktförmigen Vertiefungen dicht besetzt, wie gepunzt. Die Flügeldecken sind kanneliert, und zwar durch Punkt- oder Grübchenreihen, indem die hintereinander in einer

Längsreihe liegenden Grübchen sich überschneiden. Die einzelne Vertiefung ist nicht scharf abgegrenzt, sondern geht mit gewölbtem Rand allmählich in die übrige Elytrenoberfläche über. Bei *S. gressorius* sind die Grübchen tiefer, rundlich und überschneiden sich wenig, die Punktierung ist daher deutlicher als bei *S. griseus*. Das Brustschild zeigt unregelmäßig zerstreute, flache und ziemlich kreisrunde Vertiefungen.

a *b*

Abb. 4. Punktierung der Flügeldecken.
a bei *Sitona gressorius* F. *b* bei *Sitona griseus* F.

Sitona griseus Fab.

gehört auch noch zu den größeren Sitonaarten. Es ist aber merklich kleiner als *S. gressorius*, wenn auch nicht „meistens halb so klein" wie Schönherr meint. Die Größe schwankt zwischen 6,0 und 8,6 mm. Die mittlere Größe beträgt 7,3 mm. Die Männchen sind wieder kleiner als die Weibchen (6,0—7,5 mm bezw. 7,0—8,6 mm).

Gestalt: Sie ist sehr ähnlich der von *S. gressorius*. Ich brauche daher nur auf die Beschreibung dieser Art verweisen und will hier nur die Unterschiede betonen.

Kopf, Rüssel und Brustschild erscheinen im Verhältnis etwas breiter und kürzer als bei *S. gressorius*. Dazu mag beitragen, daß Kopf und Rüssel ein wenig stärker gewölbt sind, daß die zentrale Rüsselfurche, namentlich zwischen den Augen weniger tief erscheint und der auffallende helle Längsmittelstreifen auf dem Brustschild fehlt. Die Augen sind auch nicht so lang gestreckt wie bei der vorigen Art. Die seitliche Erweiterung des Pronotums ist nicht so eckig, sondern abgerundeter. Die Flügeldecken haben die gleiche Gestalt, sind aber im Verhältnis etwas schmäler und auch im Verhältnis zum Brustschild weniger breit als bei *S. gressorius* (s. S. 333 und 334). Das Hinterende ist etwas mehr zugespitzt. Durch diese im Verhältnis zum Vorderkörper größere Schlankheit der Elytren erscheint der ganze Käfer etwas schlanker als die erste Art.

Farbe, Behaarung und Skulpturen: Der Artname griseus ist sehr treffend. Die Käfer sind, so lange sie noch ganz mit Schuppen bedeckt sind, aschgrau gefärbt. Die Oberseite ist wieder dunkler als die Unterseite, jedoch ist der Gegensatz nicht so stark wie bei *S. gressorius*. Die Schuppen der Oberseite sind kurz, fast nur so lang wie breit. Sie haben

zweierlei Farbe, golden schimmernd und weißlich silberig glänzend. Auch die kurzen, zerstreut stehenden Haare sind weißlich. Beide Schuppenarten stechen nicht so stark voneinander ab wie bei *S. gressorius*, so daß auch die Streifung, die durch die Anordnung der weißlichen Schuppen wieder zustande kommt, im Gesamtbilde fast nicht sichtbar wird. Auf dem Brustschild finden wir einen mittleren breiten, undeutlich begrenzten und zwei seitliche, ebenso undeutlich sich abhebende hellere Streifen. Auch auf den Flügeldecken sind die weißlichen Schuppen zu mehr oder weniger breiten, aber auch undeutlichen Streifen angeordnet. Es gibt Varietäten, bei denen die Silberschuppen spärlich sind, wodurch der Käfer ein mehr bräunliches Ansehen bekommt. Die Schuppen der Unterseite sind bedeutend länger als die der Oberseite, metallisch glänzend, silbrig weiß bis fast durchsichtig farblos. Dazu kommen längere, helle Haare. Die Beine sind mit weißlichen mittellangen Schuppen und haarähnlichen schmäleren und längeren Borsten besetzt. Die Skulpturen sind ähnlich wie bei *S. gressorius*. Die ganze Oberfläche von Brustschild und Flügeldecken ist ebenfalls gepunzt. Die längsgereihten Grübchen auf den Flügeldecken sind weniger tief als bei *S. gressorius*, längsgestreckt und überschneiden sich mehr, so daß wohl die Kannelierung deutlich wird, aber kaum die Punktierung (s. Abb. 4b). Die Vertiefungen auf dem Brustschild sind größer, unregelmäßig im Umriß und dichter als bei *S. gressorius*.

a *b*

Abb. 5. *Sitona griseus* F. Rückenansicht. *a* Männchen, *b* Weibchen. Vergr. 6fach.

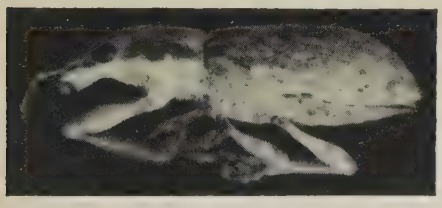


Abb. 6. *Sitona griseus* F. Seitenansicht. Vergr. 6fach.

Messungen an den Käfern.

Messungen in mm	*Sitona gressorius*	*Sitona griseus*
Länge	7,3—10,0	6—8,6
Mittlere Länge	8.7	7,3
Länge, Männchen	7,3—8	6—7.5
Länge, Weibchen . . .	8—10	7—8,6

Messungen in mm	*Sitona gressorius*	*Sitona griseus*
Flügeldecken, Länge	4,2—6	4—5,2
„ Breite	2,3—3,2	2—2,6
„ mittlere Länge	4,7 (♂) u. 5,4 (♀)	4,4 (♂) u. 4,6 (♀)
„ mittlere Breite	2,6 (♂) u. 3,5 (♀)	2.3
„ Länge : Breite	1 : 0,55 (♂) u. 1 : 0,56 (♀)	1 : 0,5
Brustschildlänge	1,5—1,9	1,4—1,7
Brustschildbreite	1,6—2,1	1,4—1,9
„ mittlere Länge	1,7 (♂) u. 1,8 (♀)	1,5
„ mittlere Breite	1,75 (♂) u. 2,0 (♀)	1,6
„ Länge : Breite	1 : 1,03 (♂) u. 1 : 1,09 (♀) 1 : 1,05	1 : 1,06
Schildbreite : Flügeldeckenbreite	1 : 1,53	1 : 1,46

Kennzeichnende Unterschiede

bei

	S. gressorius	*S. griseus*
Größe	größte Art (7,3—10 mm)	zu den größeren Arten gehörig (6—8,6 mm)
Brustschild	seitlich eckig ausgewölbt	rundlich ausgewölbt
Flügeldeckenlänge: Breite	1 : 1,8	1 : 2
Farbe	bräunlich	aschegrau
Mittelstreifen auf Brustschild	weiß, sehr deutlich, schmal, scharf abgegrenzt	breit, kaum auffallend, undeutlich abgegrenzt
Schuppen der Unterseite	sehr schmal und lang	breiter
Beine mit	weißlichen Haaren	weißlichen, kurzen Schuppen und Haaren
Behaarung der Vorderbrust vor den Hüften	2 strahlenförmige Kreise bildend	einfach beschuppt und behaart.

Die Larven.

Die Larven gleichen sehr jenen von *Sitona lineatus* L. Sie sind weißlich bis schwach gelblich. Einzelne stärker chitinisierte Teile des Kopfskelettes haben eine gelbliche bis bräunliche Farbe. Sie sind fußlos und ohne Augen. Ihre Gestalt ist walzenförmig rund und das Hinterende abgerundet zugespitzt. Sie besitzen kräftige beißende Mundwerkzeuge. Der ganze Körper ist wieder mit verschieden langen dünneren und stärkeren Haaren und Borsten besetzt.

Im Schrifttum findet man über die Larven und auch Puppen nichts weiter als die kurze Bemerkung Bargaglis in einer Sitzung der Soc. Entom. Ital. 1904, in der aber nur vom Vorkommen und dem Schaden an den Wurzeln und Wurzelknöllchen der Lupinen der Larven von *S. griseus* die Rede ist. Eine Beschreibung der Larven fehlt, die von *S. gressorius* sind überhaupt noch nirgends erwähnt.

Ich kann nur auf Grund der bei den Entwicklungsdauerversuchen angefallenen Larven eine Beschreibung der eben geschlüpften beider Arten geben. Die erwachsenen Larven und auch die Puppen fehlen mir noch.

Ebenso wie die Eier unterscheiden sich die frisch geschlüpften Larven beider Arten schon durch ihre Größe. Diese hängt außer von der Art auch noch von der Größe des einzelnen Eies ab, die ja auch schon in-

Abb. 7. Larven des *Sitona gressorius* F. Seiten- und Rückenansicht. Vergr. 25fach.

Abb. 8. Larven des *Sitona griseus* F. Seiten- und Rückenansicht. Vergr. 25fach.

dividuell verschieden ist und schließlich, wie sich durch Versuche, über die genauer in anderem Zusammenhang und an anderem Ort berichtet werden soll, gezeigt haben, von der Temperatur und damit der Entwicklungsdauer. Gemessen wurde tote in 4% Formalin konservierte Larven, und zwar die Längen Kopfanfang—Afterende über den gekrümmten Rücken. Die lebenden Larven zu messen, ist wegen der Beweglichkeit der Tiere, wodurch fortwährend die Lage sich ändert, schwieriger und ungenauer. Für beide Arten ergeben sich folgende Maße:

	S. griseus	*S. gressorius*	*S. lineatus*
größte Länge	2,42	2,16	— mm
kleinste Länge	1,70	1,20	— „
mittlere Länge	2,0	1,70	1,0 „

Wie aus dem Befund bei den Eiern (s. nächsten Abschnitt) nicht anders zu erwarten ist, sind die Larven von *S. griseus* größer, etwa 1,2fach, als die von *S. gressorius*. Als Beispiel für den Einfluß der Temperatur und damit der Entwicklungsdauer sei erwähnt, daß die *S. gressorius*-Larven, die sich bei 22—26° entwickelten, im Mittel 1,66 mm maßen, während jene aus rund 11° 1,75 mm lang waren.

Außer in der Größe unterscheiden sich beide Larven durch die Länge der Haare. Bei *S. gressorius* sind die Haare deutlich länger als bei *S. griseus* (s. Abb. 7 u. 8). Die Anordnung der Haare ist wie bei *S. lineatus*. Immer nimmt die Länge der Haare gegen das Hinterende der Larve zu. Die langen Haare erheben sich in der Mitte der Segmentwülste. Der Kopf ist mit

kurzen Härchen besetzt. Wegen der Ähnlichkeit des Baues, namentlich des Kopfes mit *S. lineatus* brauche ich hier nicht weiter auf eine Beschreibung einzugehen und kann auf meine Monographie (1931) verweisen.

Die Eier.

Wie bei *S. lineatus*, so sind auch bei *S. gressorius* und *S. griseus* die frisch abgelegten Eier gelblichweiß. Auch die Gestalt ist sehr ähnlich, längsoval. Jedoch sind die Eier bei beiden Arten größer als bei *S. lineatus*, was nicht weiter überrascht, nachdem ja auch die Käfer größer sind. Daraus darf aber nicht die Regel abgeleitet werden, daß die größere Tierart auch die größeren Eier besitze, denn obwohl *S. gressorius* größer ist als *S. lineatus*, so sind doch die Griseuseier merklich größer, was schon mit bloßem Auge auffällt. Aus vielen Messungen an frisch abgelegten Eiern mit dem Okularmikrometer wurden die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werte errechnet. Zum Vergleich sind die entsprechenden Größen der *S. lineatus*-Eier angegeben:

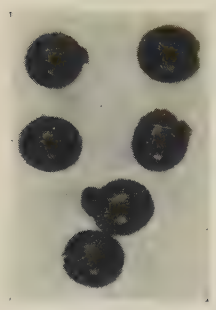


Abb. 9. Eier des *Sitona gressorius* F., aus denen soeben Larven geschlüpft sind. Vergr. 12fach.

	S. griseus	*S. gressorius*	*S. lineatus*
Länge schwankt zwischen	0,722—0,872	0,475—0,608	0,30—0,41 mm
Breite schwankt zwischen	0,598—0,706	0,431—0,547	0,26—0,33 mm
mittlere Länge	0,895	0,558	0,350 mm
mittlere Breite	0,664	0,526	0,285 mm
Länge: Breite	1:0,82	1:0,94	1:0,83
ein Ei wiegt	0,15 mg	0,06 mg	0,015 mg
auf 1 g gehen	6666 Stck.	16 666 Stck.	65 400 Stck.
das Durchschnittsgewicht eines Weibchen geben	127 Stck.	533 Stck.	370 Stck.

Aus den Zahlen ergibt sich also, daß die Größe, Länge und Breite bei den Eiern der 3 Sitonaarten innerhalb ziemlich beträchtlicher Grenzen schwanken. Jedoch überschneiden sich weder die Längen noch die Breiten der 3 Arten, wenn auch die größte Länge der Eier von *S. gressorius* der kleinsten der von *S. griseus* ziemlich nahe kommt und ebenso die größte Länge der Eier von *S. lineatus* der kleinsten von *S. gressorius*. Ähnlich verhält es sich mit den Breiten. Bei den beträchtlichen Breiten-, namentlich aber Längenunterschieden der 3 Arten — sind doch z. B. die Eier von *S. griseus* im Mittel um fast $^1/_2$ mm länger als jene von *S. lineatus* und über doppelt so breit — kann es nicht wunder nehmen, daß das Gewicht der Eier der 3 Sitonaarten sehr verschieden ist. So gehen auf 1 g von *S. griseus*-Eiern beinahe nur $^1/_3$ soviel wie von *S. gressorius* oder gar nur $^1/_{10}$ soviel wie von *S. lineatus*-Eiern. Auch in bezug zum Körper-

gewicht und zur Körpergröße sind die Eier von *S. griseus* verhältnismäßig schwer und groß, wie die letzte Zahlenreihe ersehen läßt Was die Form anlangt, so zeigt das Längen-Breitenverhältnis, daß die Eier von *S. gressorius* am rundesten sind, während die von *S. griseus* und *S. lineatus* länger gestreckt, ovaler sind. Wie bei *S. lineatus*, so schwanken auch bei *S. griseus* und *S. gressorius* die Größen der Eier des gleichen Weibchens, auch die hintereinander am gleichen Tag zur Ablage gekommenen. So wurde einmal von *S. gressorius*-Weibchen Nr. 5 an einem Tag als kleinstes Ei gemessen 0,48:0,43 mm und als größtes 0,54:0,46 mm und bei einem *S. griseus*-Weibchen als kleinstes Ei 0,72:0,66 mm und als größtes 0.83:0,67 mm. Es sind das Unterschiede, die schon mit unbewaffnetem Auge wahrzunehmen sind.

Biologie und Ökologie.

Die Käfer.

Ernährung.

Die Käfer ernähren sich wie alle Blattrandkäfer von den Blättern bestimmter Leguminosen, und zwar sind es bei unseren beiden Sitonaarten die Lupinen und der Besenginster (Sarothamnus scoparius). Über Bevorzugung der einen oder anderen Lupinenart und über den Wechsel zwischen Lupinen und Besenginster wird noch im Abschnitt „die beiden Sitonaarten als Schädlinge“ berichtet, auch darüber, daß *S. gressorius*, wenn ihn der Hunger dazu treibt, nach Beobachtungen Bodenheimers in Palästina, auch junge Blätter von Obstbäumen, besonders Pflaumen und Orangen, frißt. Zum Nagen sitzen die Käfer, wie ich das in der Monographie für *S. lineatus* ausführlich beschrieben habe, am Blattrand und fressen die Blätter vom Rande her bis auf die gröberen Mittelrippen ab. Da beide Käferarten größer sind als *S. lineatus*, so sind natürlich auch die Fraßkerben im Blattrand entsprechend größer und die Menge des abgeweideten Laubes im ganzen größer.

Totstellreflex und Sichverbergen.

Es scheint eine für die ganze Gattung charakteristische Eigentümlichkeit zu sein, daß sich die Käfer, sobald man sich ihnen nähert, von den Pflanzen zu Boden fallen lassen und eine Zeitlang regungslos auf dem Rücken liegen bleiben. Daß auch *S. griseus* und *S. gressorius* dieses Verhalten zeigen, wurde mir auf meine Anfrage in Petkus bestätigt. Für *S. griseus* schildert das auch A. Hoffmann in dem schon erwähnten Schreiben von 1884: „Ich ging in der Mittagsstunde an der Grenze des Lupinenschlages entlang und sah die zerfressenen Lupinenblätter, konnte aber anfangs kein Insekt wahrnehmen, bis ich ruhig stehen blieb; da wurde mir das Fehlen der Insekten klar, denn ich hörte ein komisches Geräusch, welches vom Fressen dieser Insekten herkam. Sobald aber

weitergeschritten wurde, hörte das Geräusch auf und auch die Insekten fehlten. Dieselben ließen sich, sobald man in die Nähe kam, von den Lupinenpflanzen herabfallen und lagen dann teils wie tot auf dem Rücken.“ Über das Sichverbergen der Käfer unter Blättern bei niedrigeren Temperaturen habe ich bei *S. gressorius* die gleiche Beobachtung gemacht wie bei *S. lineatus* (s. Monographie 1933).

Temperaturabhängigkeit.

Zum Vergleich mit *S. lineatus* interessiert in erster Linie die Temperaturabhängigkeit der Käfer. Es ist zu erwarten, daß gerade hierin sich besonders charakteristische Unterschiede zwischen nahe verwandten Arten, die sich aber in ihrem Vorkommen unterscheiden, zeigen. Aus diesem Grunde habe ich für *S. gressorius*, der südeuropäischen Art, die Temperaturabhängigkeit experimentell festgestellt 1. für die Bewegungen des Käfers (Aktivität), 2. Laufgeschwindigkeit, 3. für die Vorzugs- und Schrecktemperatur und 4. für die Eiablage und 5. für die Entwicklungsgeschwindigkeit.

1. Die Aktivitätsversuche wurden so durchgeführt, daß von Zimmertemperatur ab die Käfer langsam abgekühlt oder im Sandbad langsam erwärmt wurden. Zwischen Beginn der Kältestarre und dem Wärmetod unterscheiden wir noch 6 Stufen: Stufe 1 sehr geringe Aktivität, ganz langsame Bewegungen; Stufe 2: geringe bis mittlere Aktivität, selten Bewegungen, diese langsam bis mittelschnell; Stufe 3: starke Aktivität, lebhafte Bewegungen; Stufe 4: sehr starke Aktivität, Tiere laufen zwar immer noch wenig, aber sehr rasch; Stufe 5: höchste Aktivität, die Erregung läßt die Tiere kaum mehr zur Ruhe kommen, Bewegungen zappelig, die Käfer bemühen sich oft längere Zeit vergeblich, die Glaswände hoch zu klettern oder auf die Beine zu kommen, wenn sie auf den Rücken gefallen waren; Stufe 6: Beginn der Wärmelähmung, Aktivität wird fast Null, Käfer liegen auf dem Rücken und zucken nur noch hie und da mit den Beinen, raffen sich noch das eine oder andere Mal auf und taumeln noch eine Zeitlang umher.

Zum Vergleich mit dem Verhalten *S. lineatus* stellen wir die Daten in folgender Tabelle zusammen.

Beginn der Aktivitätsstufen.

	1 Beginn der Kältestarre	2	3	4	5	6	Wärmetod
S. gressorius . .	0,5 °	2,3 °	25 °	35 °	37 °	41,5 °	44 °
S. lineatus . .	0,7 °	2,0 °	23,9 °	33 °	37.5 °	42,5 °	44,3 °

Beide Arten zeigen also in der Abhängigkeit der Aktivität von der Temperatur keine auffallenden Unterschiede. Namentlich die beiden am

genauesten feststellbaren Endpunkte, der Beginn der Kältestarre und des Wärmetodes, liegen jeweils bei beiden Arten dicht beisammen. *S. gressorius* macht gegenüber *S. lineatus* im ganzen einen langsameren Eindruck. Das drückt sich einmal in der Beobachtung aus, daß die mittlere und starke Aktivitätsstufe bei *S. gressorius* um einige Grade höher beginnen als bei *S. lineatus*, außerdem macht sich das auch in der Laufgeschwindigkeit geltend.

2. Laufgeschwindigkeit (Abb. 10). Diese ist an und für sich bei der großen Art bei allen Temperaturen viel größer als bei der kleinen. Daß die Größe der Tiere die Schnelligkeit beeinflußt, das zeigt das Verhalten von *S. gressorius* selbst Hier laufen die größeren Weibchen deutlich rascher als die kleineren Männchen. Bei *S. lineatus* hat sich ein solcher Unterschied zwischen den Geschlechtern noch nicht bemerkbar gemacht, weil eben der Größenunterschied noch zu klein ist, um sich deutlicher in der Laufgeschwindigkeit auszuprägen. Daß die Kurven von *S. lineatus* und von *S. gressorius* im mittleren Teil annähernd parallel laufen, ist nicht etwa der Ausdruck dafür, daß bei beiden Arten die Laufgeschwindigkeit mit Zunahme der Temperatur in gleicher Weise gesteigert wird. Es ist vielmehr so, daß die Wärme die Laufgeschwindigkeit von *S. gressorius* relativ weniger beeinflußt als von *S. lineatus*. So nimmt sie bei *S. lineatus* von 10 ° bis 20 ° von etwa 3 mm/Sek. auf 10 mm/Sek., also um über das Dreifache zu, bei *S. gressorius* dagegen von 12 bezw. 16 mm/Sek. auf 22 bezw. 30 mm/Sek., also um nicht einmal das Zweifache. Diese weniger starke Beeinflussung durch die Wärmesteigerung dürfte einmal mit der Größe der Tiere zu-

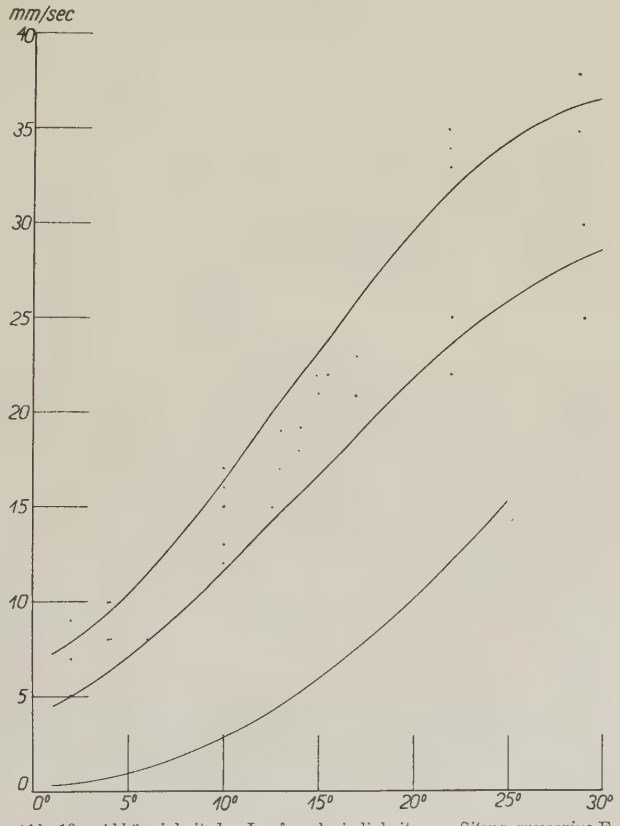


Abb. 10. Abhängigkeit der Laufgeschwindigkeit von *Sitona gressorius* F. (oberste Kurve ♀♀, mittlere ♂♂) und *Sitona lineatus* L. (unterste Kurve) von der Temperatur.

sammenhängen und dann aber auch ein Ausdruck für das Vorkommen der Art in südlicheren Breiten sein (s. Entwicklungsgeschwindigkeit).

3. Vorzugstemperatur. Die Versuche zur Ermittlung der Vorzugstemperatur wurden mit der gleichen Temperaturorgel ausgeführt wie jene mit *S. lineatus*, damit wir vergleichbare Werte bekommen haben. Die Schrecktemperatur ließ sich wieder ziemlich leicht und genau feststellen, da die Tiere, wenn sie in einen gewissen Wärmebereich kamen, wie erschreckt, als wenn sie einen Schlag auf den Kopf bekommen hätten, kehrt machten. Sie liegt zwischen 32,5 ° und 34 °, im Mittel bei 33,3 °, also 0,5 ° höher als bei *S. lineatus*.

Die Vorzugstemperatur, d. h. jene Wärmegrade, bei denen die Tiere sich ansammeln oder längere Zeit aufhalten, wenn sie nicht durch andere Umstände (z. B. thigmotaktische Reize) abgelenkt werden, liegt für *S. gressorius* im Mittel bei 23,5 ° und damit um 1,5 ° niedriger als für *S. lineatus*. Zu erwarten wäre gewesen, daß sie für die ausschließlich südliche Art höher ist als für die auch im Norden vorkommende. Hier mag aber noch das jahreszeitliche Vorkommen (die Versuche wurden im Spätherbst durchgeführt) hereinspielen.

Die Larven.

Die Larven sind sehr beweglich und kriechen nach dem Schlüpfen ruhelos umher. Außer den Ortsveränderungen durch wurmartiges Ausstrecken und Zusammenziehen des Körpers, wobei der muskulöse Wulst des letzten, zehnten Abdominalsegments als eine Art Nachschieber kräftig mithilft, beobachtet man Suchbewegungen des Vorderkörpers. Der Kopf und der ganze Vorderkörper bäumen sich auf und suchen nach allen Seiten lebhaft umher. Zur Fortbewegung auf und im Boden dienen sicherlich auch die borstenartigen langen Haare (s. Abb. 7 u. 8), die wie Steigeisen zwischen den Bodenteilchen wirken mögen und beim Hindurchkriechen zwischen den Sandkörnern einen Widerhalt bieten zum Vorwärtsschieben des Körpers. Die Larven sind ebenso wie die von *S. lineatus* stark thigmotaktisch, so daß man sie bei den Entwicklungsdauerversuchen einige Zeit nach dem Schlüpfen zwischen dem angefeuchteten und der Wand des Embryoschälchens dicht anliegenden Filtrierpapier und der Glaswandung eingezwängt antrifft.

Vorkommen und Ernährung: Bargagli (1904) hat von *S. griseus* zahlreiche Larven und einige Puppen an den Wurzeln der wildwachsenden Lupinen gefunden. Außerdem konnte er feststellen, daß die jungen Larven in den Wurzelknöllchen sich entwickeln und Del Guercio (s. Bargagli) beobachtete, wie durch die Larven von Sitona die Wurzelknöllchen von Lupinus albus zerstört werden. Ich vermute, daß unter diesen Larven auch solche von *S. gressorius* sich befanden.

Es ergibt sich also mit großer Wahrscheinlichkeit, daß die Biologie der Larven von *S. griseus* und *gressorius*, was die Lebensweise anlangt,

weitgehend mit jener von *S. lineatus* übereinstimmt. Nach dem Schlüpfen aus dem Ei, wobei sie die Schale an dem einen Pol sprengen (s. Abb. 9), wie die Larven von *S. lineatus* und auf die gleiche Weise, wie ich es für diese in einer Arbeit über die Biologie und Reizphysiologie der Larve von *S. lineatus* (1931) untersucht habe, gehen sie dann in die Erde auf die Nahrungssuche nach den Wurzelknöllchen. Nur sind es hier die Bakterienknöllchen der Lupine statt der Erbsen und Bohnen, die von den Larven aufgesucht werden und in die sie sich einbohren, um sie auszufressen und dann auf andere überzugehen. Nachdem sie ausgewachsen sind, erfolgt genau wie bei *S. lineatus* die Verpuppung in der Erde, denn Bargagli hat die Puppen bei den Wurzeln der Lupinen in der Erde gefunden.

Was die Zeit des Vorkommens der Larven anlangt, so kann ich aus eigener Erfahrung nichts darüber berichten. Auch finde ich nur bei Bargagli die kurze Bemerkung, daß er bereits anfangs Mai zahlreiche Larven (wahrscheinlich waren es schon ältere) und einige Puppen gefunden hat. Wie sich diese Angabe mit unseren Beobachtungen über die Zeit der Eiablage und mit der Generationenfrage zusammenstimmen läßt, darüber soll in einem späteren Abschnitt gesprochen werden.

Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit hängt in erster Linie von der Temperatur und dann aber auch von der relativen Luftfeuchtigkeit ab. Es ist zu erwarten, daß die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer nicht nur eine Arteigenschaft ist, sondern daß sich gleichzeitig darin die geographische Verbreitung ausdrückt. Da wir aber die Entwicklungsgeschwindigkeit bezw. -dauer namentlich des Embryonalstadiums genau bestimmen können, so dürfen wir hoffen, daß sich auch schon kleine Unterschiede der Temperaturabhängigkeit zweier Arten in dieser Hinsicht erkennen lassen.

Wir haben 1935 Versuche zur Bestimmung der Dauer des Embryonalstadiums bei verschiedenen Temperaturen für *S. griseus* und *S. gressorius* ausgeführt und für letztere Art die Versuche im Herbst 1936 in größerem Maßstab wiederholt. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie seinerzeit für *S. lineatus*.

Das Ergebnis ist in den Kurven der Abb. 11 zeichnerisch wiedergegeben. Die eingetragenen Punkte sind die experimentell gefundenen Werte, die Kurven selbst sind konstruierte Kettenlinien. Um den Vergleich mit der hier wiedergegebenen Kettenlinie von *S. lineatus* (Andersen 1933) genau durchführen zu können, wurde die Kettenlinie von *S. gressorius* nach 2 experimentell gut gesicherten Punkten in ähnlicher Temperaturlage wie die zur Berechnung von *S. lineatus* gewählten, gezeichnet. Als mittlere kürzeste Entwicklungsdauer der Eier wurde für *S. gressorius* durch Interpolation nach den experimentell gefundenen

Werten 6,5 Tage bei 26,5° festgestellt. Für *S. lineatus* waren es $6^3/_4$ Tage bei 27°. Für a errechnet sich (aus $x = 15$ und $y = 16{,}2$) 1,146. Bei *S. lineatus* war $a = 1{,}158$.

Die Gleichung der Kettenlinie, die sich aus diesen beiden Werten ergibt, lautet:

$$\text{für } S.\ gressorius\text{: } y = \frac{6{,}5}{2}\left(1{,}146^{26{,}5-x} + 1{,}146^{-(26{,}6-x)}\right)$$

$$\text{für } S.\ lineatus\text{: } y = \frac{6{,}75}{2}\left(1{,}158^{27-x} + 1{,}158^{-(27-x)}\right)$$

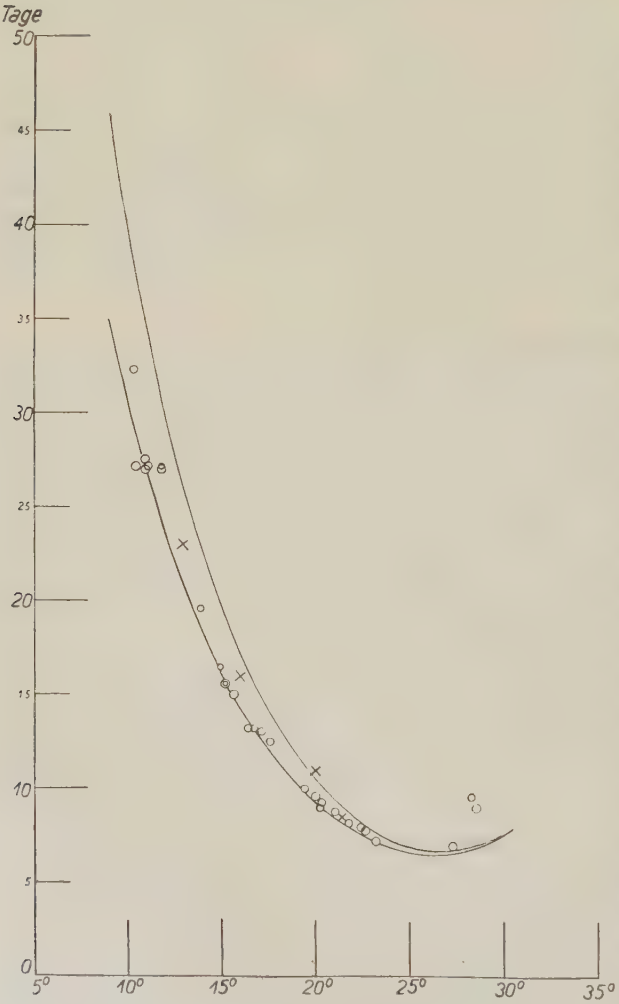


Abb. 11. Einfluß der Temperatur auf die Embryonalentwicklung (Eizeit) bei 100prozent. Luftfeuchtigkeit von *Sitona gressorius* F. (○ = durch Versuche ermittelte Werte); dick ausgezogene Kurve = konstruierte Kettenlinie; dünn ausgezogene Kurve = Kettenlinie von *Sitona lineata* L. × = Werte der Eizeit von *Sitona griseus* L.

Die Kurven, die diesen Gleichungen entsprechen, schmiegen sich den gefundenen Werten wenigstens in einem mittleren Temperaturbereich vom Entwicklungsdauerminimum bis etwa 10° sehr gut an. Bei den Temperaturen über jener des Entwicklungssdauerminimums kommen starke Unregelmäßigkeiten vor insofern als einmal die Entwicklung kürzer, ein andermal länger dauert, die Werte also ziemlich zerstreut liegen. Bei Temperaturen unter rund 9° ist die tatsächlich gefundene Entwicklungsdauer länger als die nach der Gleichung errechnete. Beide Kurven laufen in diesem Bereich also zu wenig steil, wie folgende Gegenüberstellung zeigt: *S. lineatus*, mittlere Entwicklungsdauer bei 8,2° gefunden 62 Tage, be-

rechnet 53,4 Tage. *S. gressorius*, mittlere Entwicklungsdauer bei 7,5° gefunden 65 Tage, berechnet 43,3.

Wichtig ist wieder der Vergeich beider Arten. Hier leisten uns die Kurven und Gleichungen gute Dienste, zumal sie ja beide auf gleiche Weise errechnet wurden und daher gut vergleichbar sind. Es liegt die Temperaturkurve der Eizeit für *S. lineatus* immer über jener für *S. gressorius*, d. h., daß für *S. gressorius* bei allen Wärmegraden die Embryonalentwicklungsdauer kürzer ist als für *lineatus*. Das macht um so mehr aus, je niedriger die Temperatur ist, je länger also die Entwicklung dauert. Bei 26° ist es $^1/_4$ Tag, bei 20° schon $1^1/_4$ Tag, bei 15° $3^1/_2$ Tage und bei 10° beträgt der Unterschied bereits 9 Tage. Biologisch wichtig ist nicht nur die Verkürzung der Entwicklungsdauer bei allen Temperaturen gegenüber *S. lineatus*, sondern auch, daß die untere Temperaturgrenze für *S. gressorius* um einige Grade tiefer liegt als für *lineatus*. Das geht daraus hervor, daß für *lineatus* bei 8,2° 62 Tage Entwicklungsdauer gefunden wurde, während *S. gressorius* dieselbe Zeit (64 Tage) erst bei 7,7° braucht. Bei 6,8° dauert die Eizeit für *gressorius* auch nur 73 Tage. Umgekehrt scheint für *gressorius* die obere Temperaturgrenze tiefer zu liegen als für *lineatus*. Bei *lineatus* entwickelten sich noch einzelne Eier bis fast 34°, während von *S. gressorius* bei 33° keine mehr schlüpften. Auch daß das Minimum für *S. gressorius* etwas tiefer liegt ($^1/_2$°), deutet darauf hin.

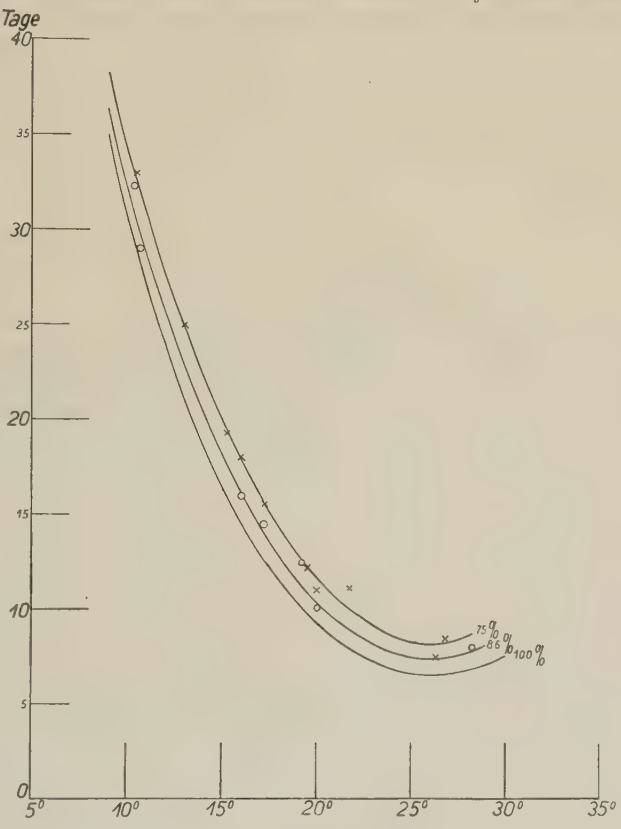


Abb. 12. Abhängigkeit der Embryonalentwicklung (Eizeit) des *Sitona gressorius* L. von der relativen Luftfeuchtigkeit (100, 86 und 75%).

Für *S. griseus* scheint die Entwicklungsdauerkurve ähnlich wie für *S. lineatus* zu liegen. Ich konnte für diese Art 1935 nur ein paar Punkte bestimmen, die ich in das Kurvenbild der Abb. 11 eingezeichnet habe.

Zur Konstruktion einer Kettenlinie reichen diese Punkte noch nicht aus. Ihre Lage läßt aber schon erkennen, daß die Kurve eher der Entwicklungsdauerkurve von *lineatus* als von *gressorius* gleicht. Vielleicht, daß sie bei den niedrigeren Temperaturen zwischen beiden liegt.

Die relative Luftfeuchtigkeit macht sich bei beiden Arten, ebenso wie wir es schon für *S. lineatus* gefunden haben, insofern geltend, als zunehmende Verringerung der Luftfeuchtigkeit die Entwicklungsgeschwindigkeit bei allen Temperaturen verlangsamt und zwar im Verhältnis wieder mehr bei hohen Temperaturen als bei niedrigeren (s. Kurvenbild der Abb. 12).

Eiablage und Generationenfrage.

Die Eier werden, soviel ich an in der Gefangenschaft gehaltenen Tieren beobachten konnte, genau so wie es *S. lineatus* tut, achtlos abgelegt, auf den Boden, auf die Blätter der Nahrungspflanzen, wo eben das Weibchen sich gerade befindet. Hier sei mir eine Zwischenbemerkung gestattet. Man kann immer wieder die Behauptung lesen, *S. lineatus* klebe seine Eier an die Blätter der Nahrungspflanzen. Das ist falsch. Der Irrtum beruht auf der unzulänglichen Beobachtung, daß man gelegentlich einzelne Eier an Blättern klebend findet. Das rührt aber nicht davon her, daß das Weibchen sie angeklebt hat, sondern daß das Ei, das zufällig auf das Blatt abgelegt wurde, an diesem kleben blieb, weil die Blattoberfläche feucht und klebrig war. Von trockenen Blättern rollen die Eier herab. Es wäre ja auch widersinnig, wenn das Weibchen die Eier an die Blätter ablegen oder gar kleben würde, da die Larven sich ja nicht von den Blättern ernähren, sondern von den Wurzeln. Da durch die Art der Eiablage und durch die Schwierigkeit der Nahrungssuche der Junglarven, wie wir das eingehend für *S. lineatus* untersucht und dargelegt haben, mit einem großen Ausfall an Nachkommen auf dem Embryonalstadium und bei den Junglarven auf der Suche nach ihrer Nahrungsquelle, den Wurzelknöllchen der Lupinen, zu rechnen ist, so werden wir erwarten dürfen, daß dieser erhebliche Umweltswiderstand durch eine um so größere Fruchtbarkeit wie bei *S. lineatus* ausgeglichen wird. Tatsächlich weisen auch diese beiden Sitonaarten eine große Eizahl auf. 1935 habe ich die mir zur Verfügung stehenden Käfer größtenteils dazu verwendet, um die

Größe der Eizahl und ihre Temperaturabhängkeit

festzustellen. Die Käfer wurden wieder paarweise eingezwingert, täglich mit frischem Futter versehen und bei verschiedenen Temperaturen im Reihenthermostat gehalten. Die Eier wurden täglich gezählt. Das Ergebnis dieser Versuchsreihe ist in den nachstehenden Tabellen zusammengestellt.

Wir können daraus folgendes entnehmen:

1. Die Eiablage dauert im Frühjahr bei allen Temperaturen auch in der Gefangenschaft nur bis Ende Mai, Anfang Juni. In

Eiablage im Thermostaten.

27,5 °.

1a) *Sitona gressorius.*

Versuchsbeginn 18. 5.	I	III	V	X	XI	Mittel
Eiablage bis	28. 5.	29. 5.	22. 5.	13. 6.	**3. 6.**	3. 6.
Zahl der Eier . . .	37	31	240	86	**609**	—
Tägl. Leistung . . .	3	2,5	49	4,5	**34**	19
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	—	**80**

1b) *Sitona griseus.*

Versuchsbeginn 21. 5.	1	2	3	4	14	15	23	24	37	36	Mittel
Eiablage bis	25.5.	**7.6.**	26.5.	13.6.	28.5.	3.6.	29.5.	1.6.	28.5	9.6.	—
Zahl der Eier . . .	13	**100**	11	82	14	80	36	59	19	100	—
Tägl. Leistung . . .	2	**7**	1,5	3,5	2.5	7,5	5	6	3	6	4,5
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**16**

26 °.

2. *Sitona griseus.*

Versuchsbeginn 22. 5.	12	13	16	17	25	26	38	Mittel
Eiablage bis	23. 5.	22. 5.	**9. 6.**	24. 5.	23. 5.	28. 5.	27. 5.	—
Zahl der Eier . . .	6	10	**34**	15	3	11	10	—
Tägl. Leistung . . .	3	10	**2**	5	1,5	1,5	2	2
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	—	—	—	**12**

21 °.

3a) *Sitona gressorius.*

Versuchsbeginn 25. 5.	XII
Eiablage bis	**24. 7.**
Zahl der Eier	**1108**
Tägl. Leistung	**18,5**
Höchste Tagesleistung	**54**

3b) *Sitona griseus.*

Versuchsbeginn 19. 5.	5	7	8	28	27	29	Mittel
Eiablage bis	22. 5.	2. 6.	26. 5.	**3. 6.**	23. 5.	23. 5.	—
Zahl der Eier . . .	13	5	34	**231**	3	5	—
Tägl. Leistung . . .	3	0,3	4	**9**	3	5	4
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	—	—	**12**

19 °.

4. *Sitona griseus.*

Versuchsbeginn 28. 5.	41	42	43	44	45	46	47	Mittel
Eiablage bis	3. 6.	9. 6.	**20. 6.**	—	5. 6.	30. 5.	30. 5.	—
Zahl der Eier . . .	1	19	**38**	—	15	3	3	—
Tägl. Leistung . . .	—	1,5	**2**	—	2	1,5	1.5	2
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	—	—	—	**8**

16 °.

5a) *Sitona gressorius.*

Versuchsbeginn 18. 5.	IV	VIII	IX	Mittel
Eiablage bis	**11,6**	30. 5.	28. 5.	—
Zahl der Eier	**122**	34	26	—
Tägl. Leistung	**5**	3	3	4,5
Höchste Tagesleistung .	—	—	—	**16**

5b) *Sitona griseus.*

Versuchsbeginn 19. 5.	9	10	11	18	Mittel
Eiablage bis	31. 5.	24. 5.	**26. 5.**	23. 5.	—
Zahl der Eier . . .	19	12	**22**	10	—
Tägl. Leistung . . .	1,5	2	**3**	2,5	2
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	**5**

7°.

6a) *Sitona gressorius.*

Versuchsbeginn 18. 5.	II	VI	VII	Mittel
Eiablage bis	31. 5.	**27. 5.**	7. 6.	—
Zahl der Eier	23	**54**	31	—
Tägl. Leistung	1,5	**5,5**	1,4	3
Höchste Tagesleistung .	—	—	—	**12**

6b) *Sitona griseus.*

Versuchsbeginn 12. 5.	19	20	21	22	32	34	35	Mittel
Eiablage bis	**26. 5.**	29. 5.	24. 5.	23. 5.	6. 6.	31. 5.	27. 5.	—
Zahl der Eier . . .	**21**	9	11	10	19	17	2	—
Tägl. Leistung . . .	**2,5**	1	3,5	5	1,5	2	0,5	1
Höchste Tagesleistung	—	—	—	—	—	—	—	**4**

einem Fall nur legte ein Weibchen von *S. gressorius* bis Ende Juli. Bei *S. lineatus* dauert die Eiablage unter den gleichen Umständen durchschnittlich 8 Wochen länger.

2. In Anbetracht der viel kürzeren Eiablagezeit, und wenn man bedenkt, daß schon vor Versuchsbeginn, bis ich die Käfer aus Norddeutschland bekommen habe, vielleicht 14 Tage der Eiablage verstrichen waren, so ergibt sich, daß die Gesamteizahl von *S. gressorius* nicht allzuviel geringer ist als die von *S. lineatus* für die gleiche Zeitspanne. *S. griseus* legt allerdings viel weniger Eier. Das drückt sich nicht nur im Gesamtergebnis, sondern auch in der Tagesleistung aus. Als Tageshöchstleistung beobachteten wir bei *S. gressorius* 80 Eier (bei *S. lineatus* 92), bei *S. griseus* aber nur $16 = {}^1/_5$ von *S. gressorius*. Zum Teil mag diese auffallend geringe Eizahl des grauen Blattrandkäfers damit zusammenhängen, daß diese Art kleiner ist als *S. gressorius*, aber bedeutend größere Eier aufweist. Ganz erklärt sich damit allerdings der große Unterschied in der Fruchtbarkeit der Weibchen beider Arten nicht.

3. Die Temperaturabhängigkeit drückt sich sowohl in der Gesamtleistung als auch in der Tagesleistung aus. Sie kommt deutlicher zum Vorschein bei *S. gressorius* mit seiner absolut größeren Eimenge als bei *S. griseus*. Zu einer kurvenmäßigen Analyse der Temperaturabhängigkeit der Gesamtleistung reicht das Beobachtungsmaterial allerdings nicht aus, da erstens die Beobachtungszeit sicherlich nicht die ganze Dauer der Eiablage umfaßt (s. nächsten Abschnitt) und da zweitens die Zahl der Beobachtungstiere[1]) für genauere Kurvendarstellungen noch zu klein ist.

[1]) Es mußten die Käfer, die vorzeitig durch einen Pilz (s. S. 355) eingingen, ausgeschaltet werden.

Nehmen wir die Höchstleistungstiere, so können wir uns schon eher ein Bild der Temperaturabhängigkeit der Eiablage machen. Wir sehen, daß bei 21° die größte Leistung des Weibchens vorhanden ist. Für das einzige Weibchen von *S. gressorius* in dieser Temperatur könnte das Zufall sein, wenn nicht auch *S. griseus* bei diesem Wärmegrad die höchste Eizahl (231) aufzeigen würde. Bei 27,5° sind es nur halb soviel wie bei 21°. Wahrscheinlich liegt das wirkliche Maximum der Eiablage etwas höher als bei 21°. Für *S. lineatus* fanden wir es bei 24,5° (1934).

4. Ein Maßstab für die Temperaturabhängigkeit ist auch die absolute Tagesleistung bei den einzelnen Wärmegraden. Das ist für uns augenblicklich wohl der beste Vergleichsmaßstab, da anzunehmen ist, daß die Höchstleistung auch von einigen wenigen Tieren und in kurzer Zeit wenigstens nahezu erreicht wird. Zum Vergleich sind die Tageshöchstleistungen von *S. lineatus* aus den Versuchen von 1933 hierher gestellt.

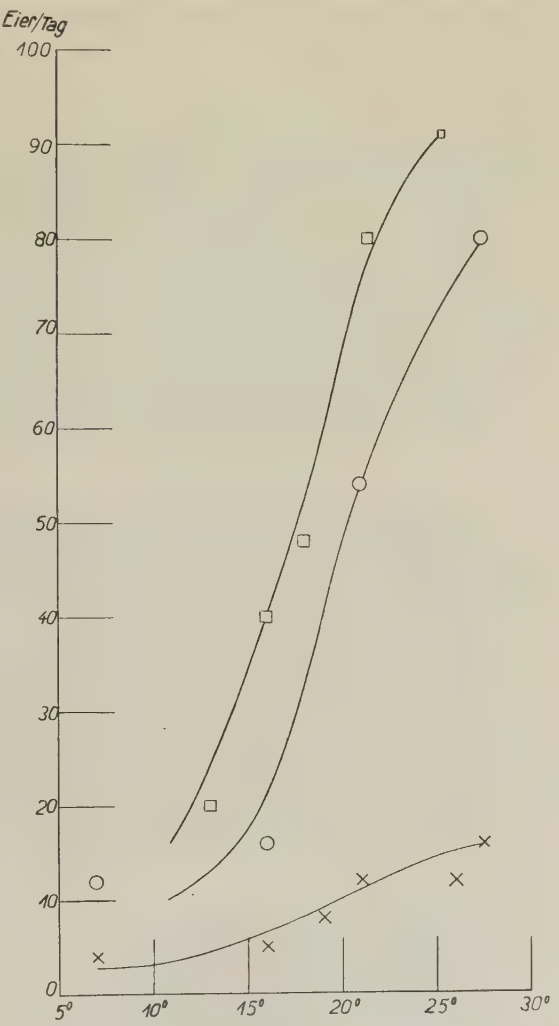


Abb. 13. Einfluß der Temperatur auf die Tageshöchstleistung in der Eiablage von *Sitona lineatus* (□—□), *S. gressorius* (⊙—○), *S. griseus* (×—×).

	27,5°	26°	25°	21°	19°	18°	16°	13°	7°		
S. lineatus . . .	—	—	92	80	—	48	32	20	—	Stck.	Eier
S. gressorius . .	80	—	—	54	—	—	16	—	12	„	„
S. griseus . . .	16	12	—	12	8	—	5	—	4	„	„

Das Kurvenbild der Abb. 13 läßt erkennen, daß *S. lineatus* jeweils die meisten Eier erzeugt, *S. gressorius* aber nicht viel nachsteht. Dagegen weicht *griseus* stark ab. Es ist klar, daß der Temperatureinfluß auch hier deutlicher ist bei den beiden Arten mit großer Eizahl als bei *S. griseus*,

das als Tageshöchstleistung überhaupt günstigstensfalls 16 Stück aufweist. Es scheint aber auch bei dieser Art der Wärmeeinfluß relativ geringer zu sein, denn von 27,5° bis 7° nimmt die Tageshöchstleistung bei *S. griseus* um $^1/_4$ ab, bei *S. gressorius* dagegen um $^1/_7$. Die Kurve von *griseus* läuft demnach nicht nur relativ, sondern auch absolut flacher. Die von *S. lineatus* und *gressorius* steigen dagegen steil auf. Was die Form der Kurven anlangt, so haben sie deutlich wieder eine S-förmige Gestalt. Die Leistung nimmt mit steigender Temperatur zunächst langsamer, dann immer rascher zu. In einem mittleren Temperaturbereich bleibt die Zunahme etwa gleich groß, um bei höheren Temperaturen sich wieder zu verlangsamen. Ob der Temperaturbereich der Eiablage für *S. griseus* und besonders für *gressorius* breiter ist und sich namentlich auch nach dem Wärmeende zu um einige Grade weiter erstreckt, wie es auf dem Kurvenbild den Anschein hat, muß erst noch näher geprüft werden.

Zeit der Eiablage und Generationenfrage.

Ich erhielt die Käfer aus Petkus in der Mark zugeschickt sobald sie sich an den Lupinen zeigten, frühestens Anfang Mai. Sie legten dann in der Gefangenschaft sofort Eier. Die Eiablage dauerte bis Ende Mai, Anfang Juni (s. Tabelle), nur ein Weibchen von *S. gressorius* legte bei 21° bis Ende Juli. Gegenüber *S. lineatus* ist bei beiden Arten die Dauer der Eiablage kürzer und auch die Eimenge verhältnismäßig geringer.

Beides könnte seine Ursachen darin haben, daß die zwei Sitonaarten wirklich nicht länger legen und nicht mehr Eier erzeugen, oder was wahrscheinlicher ist, daß sie schon früher Eier abgelegt haben, vielleicht schon im Herbste des Jahres vorher. Auf den letzteren Umstand deutet auch die Tatsache hin, daß ich im Herbst 1935 Tiere, allerdings nur *S. gressorius*, erhielt, die nach etwa 10 Tagen Fütterung in der Gefangenschaft mit der Eiablage begonnen und diese bis in den November hinein fortgesetzt haben. Für *S. gressorius* ergeben sich daraus 2 Möglichkeiten. Entweder haben wir zwei, in der Eiablage gegeneinander verschobene Stämme, der eine legt seine Eier im Herbst, der andere im Frühjahr, oder was wahrscheinlicher ist, *S. gressorius* beginnt bereits im Herbst des gleichen Jahres, in dem die Käfer schlüpfen, mit der Eiablage. Diese wird dann durch die ungünstige Jahreszeit unterbrochen und im nächsten Frühjahr bei Eintritt günstiger Witterung fortgesetzt. Die dritte Möglichkeit, daß es sich um zwei Generationen handelt, schaltet meiner Ansicht nach aus, denn es ist schwer möglich, daß sich aus den im Herbst (September bis Oktober) gelegten Eiern bei uns bis zum Mai bereits wieder geschlechtsreife Käfer entwickelt haben.

Für Palästina berichtet Bodenheimer (Schädlingsfauna Palästinas S. 332), daß von *S. gressorius* die Käfer im Januar erscheinen, kopulieren und ihre Eier legen, aus denen bald die Larven schlüpfen. Ob sich daraus die Käfer entwickeln, die im Januar Eier legen, oder ob eine

Sommergeneration dazwischen geschaltet ist, darüber bemerkt der Autor nichts.

Für *S. griseus* schreibt Bargagli, daß er Anfang Mai bereits zahlreiche Larven und Puppen gefunden habe. Entweder beginnt also diese Art im klimatisch begünstigten Italien früher im Jahr als bei uns mit der Eiablage oder es stammen wenigstens die Puppen und älteren Larven aus Eiern, die vorigen Herbst abgelegt wurden.

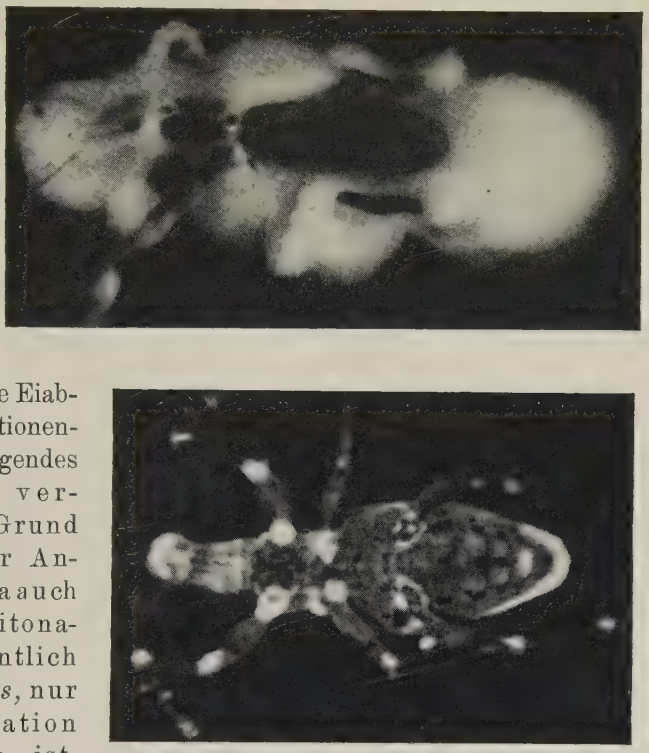


Abb. 14. 3 Stufen der Pilzentwicklung eines von einem weißen Pilz (Botrytis bassiana?) befallenen und getöteten *Sitona gressorius*.

Zusammenfassend läßt sich also über die Eiablage und Generationenfrage heute folgendes sagen. Wir vermuten auf Grund verschiedener Anzeichen und da auch für andere Sitonaarten, namentlich für *S. lineatus*, nur eine Generation nachgewiesen ist, daß *S. griseus* und *S. gressorius* auch nur eine Generation haben, daß sie aber, namentlich *S. gressorius*, noch im gleichen Jahre geschlechtsreif werden und mit der Eiablage beginnen können. Diese wird dann im nächsten Frühjahr fortgesetzt. Jedoch bedarf der ganze Fragenkomplex noch der Prüfung durch Beobachtungen an Ort und Stelle des Vorkommens der Tiere.

Feinde.

Von den pflanzlichen und tierischen Feinden der beiden Sitonaarten

beobachtete ich bis jetzt nur einen „weißen Pilz". Für andere Sitonaarten, namentlich *S. lineatus*, wird dieser Pilz von verschiedenen Beobachtern (D. J. Jackson 1920, Großheim 1932) gleichfalls angegeben. Es handelt sich wahrscheinlich um den gleichen Pilz, den D. J. Jackson (1920) bei *S. lineatus* beobachtete und als Botrytis bassiana (Balsamo) Montagne bestimmte. Man sieht jeweils wie die erwachsenen Käfer eines Tages in ihren Bewegungen langsamer werden. Sie werden matter und matter, fallen zu Boden, meist auf den Rücken und kommen in eine Art Starrezustand. Nach etwa einem Tag treten aus dem Mund und an den dünn chitinisierten Gelenkstellen weiße watteförmige Büschelchen aus (Abb. 14a). Bei genügender Feuchtigkeit wachsen diese Pilzfäden immer stärker (Abb. 14b) und hüllen schließlich den ganzen Käfer ein (Abb. 14c). Nach Versuchen von Jackson lassen sich aber nicht nur die Imagines, sondern auch Larven und Puppen mit den Sporen des Pilzes anstecken, wobei der Tod innerhalb 9—13 Tagen eintritt. Ob, wie Großheim meint, die Infektion allein oder hauptsächlich durch die Nahrungsaufnahme erfolgt, erscheint nach diesen Versuchen fraglich. Im Freien beobachtet man nur befallene Imagines. Es ist interessant, daß ich in den ersten Jahren meiner Arbeiten mit *S. lineatus* den Pilz nie in meinen Zuchten bemerkte. Es dürfte das mit darauf zurückzuführen sein, daß ich nach dem Einfangen der Käfer sie sofort paarweise isolierte. Die Hauptursache war aber wahrscheinlich der Umstand, daß der Pilz auf dem Felde, wo ich die Käfer sammelte, sich nicht oder nur ganz schwach ausgebreitet hatte. In den Zuchten von *S. griseus* und *S. gressorius* trat der Pilz bereits im ersten Jahr auf, hielt sich aber durch Einzelhaft der Käfer in einigermaßen erträglichen Grenzen.

Die beiden Sitonaarten als Schädlinge.

Von *S. gressorius* als Schädling konnte ich nur 8 spärliche Angaben im Schrifttum entdecken. Es nimmt das insofern nicht wunder, als ja diese Art bisher nur in Südeuropa gefunden wurde. Bargagli führt in einer Sitzung der Societa Entomologica Italiana im Jahre 1904, in der er hauptsächlich über das Auftreten von *S. griseus* an Lupinus albus und angustifolius berichtet, neben dieser Art als zweite, gleichfalls an Lupinus albus schädliche Sitonaart *S. gressorius* an. Merkwürdigerweise gibt Ramtousek (1923 u. 1925, s. Andersen 1931) *S. gressorius* Fab. als Schädling von Zuckerrüben an. Diese Angabe bedarf der Nachprüfung, denn es scheint sich zu bestätigen, daß die Gattung Sitona nur an Schmetterlingsblütlern vorkommt.

Häufiger findet man *S. griseus* als Schädling angeführt, und zwar mit einer Ausnahme immer an der Lupine. Nur E. Vassiliev führt in seinem Jahresbericht von 1913 unter den in den letzten Jahren in Kiew an Luzerne bekannt gewordenen Schädlingen 5 Sitonaarten, darunter auch *S. griseus*, auf. Doch bedarf auch diese Angabe noch der Bestätigung.

Der erste, der eingehender über *S. griseus* als Lupinenschädling berichtete, ist F. Karsch (1884). Er stützt sich dabei auf die schriftliche Mitteilung eines Rittergutsbesitzers A. Hoffmann in Zuckau bei Rittel in Westpreußen, die ich hier im Auszug wörtlich wiedergeben möchte wegen interessanter ökologischer und biologischer Angaben. Hoffmann schreibt: „In meiner Praxis ist mir dieser Käfer bereits das zweite Mal in der Lupine vorgekommen. Das erste Mal im Posenschen bei Posen und zwar in schon großer blühender gelber Lupine, in welcher der Käfer so stark vertreten war, daß ein Feld von ca. 80 Morgen in einigen Tagen vollständig blätterlos dastand, d. h. die Zellengewebe der Blätter waren ausgefressen, so daß nur die feinen Rippen oder Fasern der Blätter an dem Hauptstengel zu sehen waren. . . . In diesem Jahre treten diese Käfer zeitiger auf und fressen, ehe die Blätter zum Vorschein kommen, die Lappen der aufgehenden Lupinen an, so daß die Pflanzen ganz zackig aussehen; sobald sich das erste Blatt zeigt, nagen die Käfer dieses ab. Gegen Abend sind keine Käfer zu sehen, da dieselben sich dann flach unter dem Boden eingraben. Ihre Freßzeit ist wenn die Sonne noch warm scheint, doch muß ihnen der Regen nichts schaden, denn ich hatte die ganze vorige Woche Regen, ohne daß die Käfer abgenommen hätten. Es ist ein Feld von 50 Morgen blauer Lupinen von diesem Käfer befallen und habe ich die Bemerkung gemacht, daß die Lupine am Waldrande mehr zerfressen ist als weiter vom Walde entfernt. Ich bin deshalb auf die Idee gekommen, daß es wohl ein Waldkäfer sein könnte!? — Im Jahre 1877, wo ich diesen Käfer bei Posen auf gelber Lupine bemerkte, war es im Monat August und pflügte ich dieselben unter . . . Diese Käfer treten in ungeheurer Menge auf, so daß ich auf einem Quadratmeter 62 Stück gefunden." F. Karsch bemerkt dazu, daß es sich bei diesem Käfer um *S. griseus* F. handelt, daß derselbe sicherlich auch früher schon an Lupinen vorgekommen ist, obwohl weiter nichts über die „kulturkämpferische Bevorzugung der Lupine von seiten dieses bisher für harmlos geltenden Käfers in der Literatur vermerkt worden zu sein scheint". Darauf deute schon der verräterische Beiname lupinus Dahl beim Grafen Dejeau hin.

Bargagli berichtet in der Soc. Entomol. Italiana 1904 über den Schaden, den die Larven von Sitona an den Wurzeln und besonders Wurzelknöllchen von Lupinus albus und Lupinus angustifolius anrichten. Schon 1903 habe nach Bargagli Dr. Del Guercio beobachtet, wie die Wurzelknöllchen von Lupinus albus durch die Larve einer Sitonaart zerstört wurden. An einem erwachsenen Exemplar konnte Bargagli feststellen, daß es sich dabei um *S. griseus* gehandelt hat. Mingazzini bemerkt in der gleichen Sitzung, daß Lupinus angustifolius in höherem Maße durch Sitona geschädigt werde als Lupinus albus.

J. Ritzema Bos berichtet 1915 aus Holland, daß Gartenlupinen durch *S. griseus*, welche Art ständig an Sarothamnus vulgaris zu finden sei, beschädigt wurde.

Nach diesen Angaben und den schriftlichen Mitteilungen von Dr. Laube, Petkus, sind diese beiden Käferarten Blattschädlinge der Lupine. Ich selbst fütterte die in der Gefangenschaft gehaltenen Tiere beider Arten mit Gartenlupinen. Das Fraßbild (s. Abb. 15) ist das gleiche wie bei *S. lineatus*. Die Käfer sitzen rittlings auf dem Blattrand und nagen mit kreisförmiger Kopfbewegung ihrer Größe entsprechende halbkreisförmige Kerben in den Blattrand. Mit zunehmendem Abweiden der Blätter wird das Fraßbild natürlich unregelmäßig. Scheinbarer Lochfraß kommt dadurch zustande, daß die Käfer zusammengefaltete Blätter (namentlich bei jungen Blättern) an den gefalteten Stellen benagen. Wie aus dem Bericht von A. Hoffmann hervorgeht, werden sowohl blaue (Lupinus angustifolius) als auch gelbe Lupine (Lupinus luteus) befallen. Dr. Laube teilte 1933 mit, daß die Blattrandkäfer (es handelte sich damals nur um *S. griseus*) zurzeit (August) in Unmengen auf den weißen Lupinen sitzen und diese in erheblichem Maße schädigen. „Die Blätter waren sehr angefressen, so daß von manchen nicht mehr als das Gerippe übrig war. Frühere Erfahrungen haben gezeigt, daß im Frühjahr albus am wenigsten geschädigt wird, mehr luteus und besonders angustifolius.“ Diese letztere Beobachtung deckt sich mit der von Mingazzini (s. o.).

Abb. 15. Fraßbild des *Sitona gressorius* F. an blauer Gartenlupine. Nat. Größe.

Eine Bevorzugung der Süßlupine gegenüber den Bitterstoff enthaltenden Wildformen konnte ich nicht beobachten. Neben den verschiedenen Lupienenarten fressen *S. griseus* und *gressorius* auch Besenginster (Sarothamnus scoparius), wie ich mich selbst durch Versuche überzeugt habe (s. Abb. 16), wenn auch dieser offenbar nicht so gerne genommen wird wie die Lupinen. Für *S. griseus* war das schon durch verschiedene Autoren, wie J. Ritzema Bos, Reitter, festgestellt worden. Wahrscheinlich meint auch Bargagli, wenn er als Futterpflanzen für *S. griseus* neben Lupinus albus und tenuifolius auch Genistee angibt, den Besenginster und nicht die Gattung Genista.

Der Besenginster spielt für diese beiden Sitonaarten die gleiche Rolle wie für *S. lineatus* der Klee. Solange die einjährigen Leguminosen, hier

Ackerbohnen, Felderbsen und Wicken, dort Lupinen, im Frühjahr noch nicht da sind, oder nachdem sie im Herbst abgeerntet sind, siedeln die Käfer auf den Klee, bezw. *S. griseus* und *gressorius* auf den Besenginster über. Von diesen geht dann in der Hauptsache im nächsten Frühjahr der neue Befall der einjährigen oder frisch angebauten Leguminosen aus. Daher rührt wahrscheinlich auch die Beobachtung A. Hoffmanns (s. o.), daß die Lupinen am Waldrand mehr zerfressen waren als weiter vom Walde entfernt. Der Schluß daraus, daß der Schädling (*S. griseus*) wohl ein Waldschädling sein werde, trifft insoweit zu, als der Besenginster häufig an Waldrändern und sandigen trockenen Wäldern vorkommt. Ich vermutete gleich, als ich die Nachricht von dem starken Befall der Lupine in Petkus durch Blattrandkäfer erhielt, daß Besenginster in der Nähe sei. Auf meine Anfrage bekam ich die Mitteilung, daß Besenginster zwar nicht unmittelbar an die Lupinenfelder angrenze, aber doch nicht weit entfernt vorkomme. Es war das auch insofern zu erwarten, als ja beide Pflanzen, Lupine und Besenginster, Bewohner des sandigen trockenen Bodens sind. Die Larven fressen an den Wurzeln und Wurzelknöllchen der Lupine (s Abschnitt Biologie der Larven) und schädigen dadurch nicht nur die Pflanzen in ihrem Wachstum, sondern beeinträchtigen mehr oder weniger den Wert der Lupinen als Stickstoffsammler für die Gründüngung.

Abb. 16.
Fraßbild des *Sitona gressorius* F. an Besenginster (Sarothamnus scoparius).

Interessant ist die Bemerkung Bodenheimers in seiner Schädlingsfauna Palästinas, daß neben anderen Käfern auch *S. gressorius*, der gewöhnlich an Lupinus turmus lebe und von hier aus besonders die zur Gründüngung angesäte Lupine (Lupinus termis) befalle, gelegentlich, wohl aus Nahrungsmangel, an Obstbäume, besonders Pflaumen gehe. Als Kampf der verdrängten Tierwelt um ihre Existenz bei neu angelegten Pflanzungen seien auch die zahlreichen Meldungen zu werten, nach denen in neu angelegten Orangengärten verschiedene Käfer, darunter auch *S. gressorius* an den jungen Veredelungen fressen.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Zwei Arten der Blattrandkäfer (Gattung Sitona), die durch den Blattfraß der Käfer und durch den Wurzelknöllchenfraß der Larven an Lupinen schaden, werden nach Vorkommen, Aussehen der Käfer und ihrer Jugendstufen (Eier, Junglarven) beschrieben. Die eine Art, *S. griseus*, kommt wie

S. lineatus vermutlich in ganz Europa vor und wurde gelegentlich früher schon dem Lupinenanbau in Norddeutschland gefährlich. Die andere Art, *S. gressorius*, die größte Sitonaart, ist für Deutschland neu. Es ist eine südeuropäische Art, die auch für Palästina nachgewiesen ist. Nach Petkus i. Mark, von woher ich die Käfer seit 3 Jahren geschickt bekam, wurde diese Art vermutlich aus Südeuropa eingeschleppt. Mit der Zunahme des Lupinenanbaus kommt beiden Schädlingen eine ständig wachsende Bedeutung zu.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die Biologie und Ökologie namentlich der neuen Sitonaart behandelt und ihre Temperaturabhängigkeit (Aktivität der Käfer, Laufgeschwindigkeit, Schreck- und Vorzugstemperatur, Entwicklungsgeschwindigkeit und Dauer der Embryonalentwicklung, Eiablage) verglichen mit jener von *S. lineatus*. Die wichtigsten Unterschiede der südeuropäischen Art gegenüber der weitverbreiteten seien kurz noch einmal zusammengestellt. Die eingeklammerten Zahlen sind die entsprechenden Werte für *S. lineatus*.

1. Die Laufgeschwindigkeit wird durch Temperaturerhöhung relativ weniger gesteigert als bei *S. lineatus*.

2. Aktivität der Käfer: Beginn der Kältestarre bei 0,5° (0,7°), des Wärmetodes bei 44° (44,3°).

3. Schrecktemperatur im Mittel bei 33,3° (32,8°).

4. Entwicklungsdauer der Eier: Mittlere kürzeste Eizeit 6,5 (6,75) Tage bei 26,5° (27°). Gleichung der Kettenlinie der Temperaturabhängigkeit der Eizeit:

$$y = \frac{6{,}5}{2}\left(1{,}146^{26{,}5-x} + 1{,}146^{-(26{,}5-x)}\right) \quad \left[y = \frac{6{,}75}{2}\left(1{,}158^{27-x} + 1{,}158^{-(27-x)}\right)\right]$$

Die Eizeit ist bei allen Wärmegraden für *S. gressorius* kürzer als für *S. lineatus*, was sich namentlich bei niedrigeren Wärmestufen stark auswirkt. Bei 10° beträgt der Unterschied bereits 9° Tage. Daraus folgt mit großer Wahrscheinlichkeit, daß die untere Temperaturgrenze der Eientwicklung für *S. gressorius* tiefer liegt als für *S. lineatus*, zumal für *S. gressorius* erst bei 6,8° eine Entwicklungsdauer von 73 Tag gefunden wurde, eine Zeit, die *S. lineatus* schon bei 8° braucht.

Für *S. griseus* konnten nur einige Werte für die Eizeit ermittelt werden, die aber vermuten lassen, daß die Temperaturkurve der Entwicklungsdauer ähnlich der von *S. lineatus* liegt und verläuft.

Eine Verringerung der Luftfeuchtigkeit wirkt sich bei allen Temperaturen, bei höheren wieder relativ stärker als bei tieferen, verzögernd auf die Entwicklungsgeschwindigkeit aus.

5. Die Eizahl und Dauer der Eiablage im Frühjahr und ihre Temperaturabhängigkeit wurde für beide Arten festgestellt. Im Verhältnis zu *S. lineatus* legen sie weniger Eier, auch dauert die Eiablage etwa 8 Wochen kürzer, auffallend wenig Eier erzeugt *S. griseus*. Das dürfte damit zusammenhängen, daß die Eiablage im Frühjahr nicht die ganze Eiablagezeit

umfaßt. Entgegen dem Verhalten von *S. lineatus* legten nämlich die Käfer von *S. gressorius*, die ich im Herbst 1936 erhielt, noch im Herbst des gleichen Jahres Eier. Das läßt darauf schließen, daß bei dieser Art und vielleicht auch bei *S. griseus* die im Sommer geschlüpften Käfer noch im gleichen Jahre geschlechtsreif werden und bei günstiger Witterung im Herbst schon mit der Eiablage beginnen, die dann im nächsten Frühjahr fortgesetzt wird.

6. Es weisen demnach auch die beiden Lupinenblattrandkäfer nur eine Generation auf.

Im Verhalten der Käfer gegen die Temperatur zeigt also die südeuropäische Art keinen großen Unterschied gegenüber der auch im Norden verbreiteten Art *S. lineatus*. Jedoch zeigt sich *S. gressorius* höheren Wärmestufen gegenüber etwas weniger empfindlich als *S. lineatus* (s. Schrecktemperatur, Laufgeschwindigkeit). Auffallend ist die bei allen Temperaturen, namentlich den tieferen Wärmegraden, größere Entwicklungsgeschwindigkeit der südeuropäischen Art.

7. Es wird das Schadbild beschrieben und die Futterpflanzen der beiden Arten festgestellt, wobei sich als Wichtigstes herausstellt, daß die Rolle, die der Klee für *S. lineatus* spielt, nämlich als Behelfsnahrung und Nährpflanze für die Käfer in der freien Natur, für diese beiden Arten der Besenginster (Sarothamnus scoparius) übernimmt.

8. An Feinden wurde ein weißer Pilz (Botrytis bassiana?) festgestellt, der die Zuchten beträchtlich zehntet.

Wenn auch die vorliegende Arbeit einen großen Teil der Biologie und Ökologie der beiden Lupinenblattrandkäfer klar legt, so bleibt doch noch eine Reihe Fragen (z. B. Aussehen der älteren Larven und Puppen, Dauer der Larvenentwicklung und Gesamtentwicklung, Generationenfrage, Massenwechsel) offen, die sich aber nur durch Beobachtungen im Freien am Orte des Vorkommens der Käfer endgültig lösen lassen.

Schriftenverzeichnis.

1. Andersen, K. Th., Der Einfluß der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit auf die Dauer der Eizeit. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 17, 649—676 (1930).
2. — — Der linierte Graurüßler oder Blattrandkäfer *Sitona lineata* L. Monogr. z. Pflanzenschutz 6. Berlin 1931.
3. — — Reizphysiologisches Verhalten und Biologie der *Sitona lineata*-Larve. Z. vergl. Physiol. 15, 749—783 (1931).
4. — — Experimentelle Untersuchungen über die Luftfeuchtigkeit als Faktor der Embryonalentwicklung der Insekten. Arch. Zool. Italiano 16, 472—479 (1931).
5. — — Der Einfluß der Umweltbedingungen, Temperatur und Ernährung auf die Eierzeugung und Lebensdauer eines Insekts (*Sitona lineata* L.) mit postmetaboler Eientwicklung und langer Legezeit. Z. angew. Entomol. 20, 86—116 (1933).
6. — — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Eierzeugung von Insekten. I. Einfluß konstanter Temperaturen auf die Eierzeugung von *Sitona lineata* L. Biolog. Zentralbl. 54, 478—486 (1934).

7. Bargagli, *Sitona.* Bull. Soc. Ent. Italy XXXVI, S. 8—10 (1904).
8. Bodenheimer, F. S., Die Schädlingsfauna Palästinas. Monogr. angew. Entomol. Berlin 10 (1930).
9. Brammanis, L., Zur Biologie der Gattung *Sitona germ.* Ztschr. angew. Entom. 19, 147—151 (1932).
10. Fabricius, J. C., Genera Insectorum. 1776.
11. — — Syst. Eleut. tom. 2 (523).
12. Fowler, M. A., Coleoptera of the British Islands V. (216—226). London 1891.
13. Herbst, J. Fr. W., Natursystem aller bekannten in- und ausländischen Insekten. Käfer 6. Tl. Berlin 1795.
14. Germar, E. F., Insectorum species novae aut minus cognitae descriptionibus illustratae. Bd. I. Coleoptera. Halae 1824.
15. Jackson, D. J., Bionomics of Weevils of the Genus Sitones injurious to leguminous Crops in Britain. Annals of Applied Biology VII, 269—298 (1920).
16. Karsch, F., Der Rüßler *Sitones griseus* (Fabr.) als neuer Feind der Landwirtschaft. Entomol. Nachr. 10, 157—159 (1884).
17. Linnaeus, C., Fauna Suecica 1761.
18. Olivier, A. G., Entomologie, ou Histoire des Insectes. Coléoptères 5. Paris 1807.
19. Ritzema Bos, J., Ziekten en beschadigingen veroorzaakt door Dieren. Wagingen VIII, 1915. R. Ap. E. 3, 740 (1915).
20. Schoenherr, C. J., Synonymia Insectorum Genera et Species Curculionidum 2, pt. 1. Paris 1834.
21. — — Dasselbe 6, pt. 1. Paris-Leipzig 1840.
22. Vassiliev, E., Entomolog. Tl. d. Berichts der Entomol. Versuchsstat. d. Allruss. Ges. der Zuckerraffinerien. Kiev 1913. R. Ap. E. 1, 527 (1913).
23. Walton, J., Notes on the genus of Insects Sitona, with descriptiones of two new Species. Ann. a Mag. Nat. Hist. 7, 227—235 (1846).

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Wachstum der Hausbockkäferlarven.

Von

Dr. **Kurt Schuch.**

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

(Mit 3 Abbildungen.)

Vorbemerkung.

Im Experiment gewonnene Ergebnisse über die Entwicklungsdauer des Hausbockkäfers vom Ei bis zum Vollinsekt liegen bisher nur von Eckstein (1920, 1935) vor. In seinen umfangreichen Versuchsreihen erschienen die Jungkäfer erst 3—11 Jahre nach der Eiablage. Auffälligerweise schwankte sogar in demselben Versuchsholz die Entwicklungsdauer um mehrere Jahre.

Von dieser für ein Insekt ungewöhnlich langen Entwicklungszeit sind für Embryonalentwicklung (Steiner, 1937), Puppen- und Käferstadium nur einige Wochen bis wenige Monate in Abzug zu bringen. Maßgeblich ist die Dauer des Larvenstadiums. Mithin beanspruchen Untersuchungen über den Einfluß der Umwelt auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und Sterblichkeit der Hausbockkäferlarven eine Versuchszeit von mehreren Jahren.

Verhältnismäßig schnell läßt sich dagegen der Einfluß der Umwelt auf das Wachstum der Larven untersuchen, worüber bereits einige Ergebnisse vorliegen (Schuch, 1937). Auf diesem Wege läßt sich aber die Umweltabhängigkeit der Larven nicht endgültig klären. Er führt vielmehr nur zu einem Zwischenziel, denn man darf auf keinen Fall vorbehaltlos annehmen, daß die Faktoren, die das Wachstum begünstigen, auch entsprechend die Entwicklung und Vermehrung fördern. Dennoch sind aber gewisse Rückschlüsse möglich.

Aus technischen Gründen konnten die Untersuchungen noch nicht auf den ganzen vitalen Temperaturbereich ausgedehnt werden. Lediglich die Spanne 17—28° C wurde bisher überprüft.

Eine Veröffentlichung der vorliegenden Ergebnisse halte ich mit Rücksicht auf die Bedeutung des Hausbockkäferproblems schon jetzt für erwünscht, um so mehr als diesen Ergebnissen für die Prüfung und Bewertung von Hausbockkäferbekämpfungsmitteln eine besondere Bedeutung zukommt. Das betrifft in erster Linie die Feuchtigkeitsansprüche der Tiere. Um nicht zu Fehlschlüssen zu kommen, muß nämlich bei der Mittelprüfung im Laboratoriumsversuch das Milieu so beschaffen sein, daß vom Bekämpfungsmittel abgesehen, die Voraussetzungen für ein Wohlbefinden der Tiere gegeben sind. Gegen diese Forderung wird noch häufig verstoßen. Man kann ihr aber andererseits auch erst dann bewußt gerecht werden, wenn man zuvor die Ansprüche des Schädlings genau kennengelernt hat. Eine Mittelprüfung, welche die Eigenart des Schädlings unberücksichtigt läßt, ist auf jeden Fall unzuverlässig.

Versuchsreihe 1.

Die Versuchstiere stammten aus eigenen Zuchten und waren bei Versuchsbeginn etwa 5 Monate alt. Es wurden nur 3—4 mm große Larven verwandt, deren Gewicht unter 0,0025 g lag.

Die Versuchshölzer (Kiefernsplint) waren aus derselben Bohle geschnitten, und zwar aus dem äußersten Teil des Splintes. Jedes Holzstück besaß eine „Baumkante", d. h. es enthielt den zuletzt gebildeten Jahresring des Stammes. Die Rinde war entfernt. Die Lagerungszeit des Holzes wurde auf 1—2 Jahre geschätzt.

„Baumkantige" Holzstücke wurden nicht nur verwandt, um den Larven als Nahrung das Holz gleichaltriger Jahresringe zur Verfügung zu stellen, sondern in der Hauptsache deshalb, weil die Hausbockkäferlarven in derartigen Hölzern besonders schnell heranwachsen. Experimentelle Untersuchungen haben nämlich ergeben, daß der Nahrungswert des Splintes ein und desselben Holzes für die Hausbockkäferlarven nicht einheitlich ist; es besteht vielmehr in Richtung auf den Kern ein starkes Nahrungsgefälle. Den größten Nahrungswert hat die Zone der jüngsten Splintholzringe.

Das Wachstum der Larven wurde bei 17, 21, 24 und 28° C untersucht, und zwar in je 3 Feuchtigkeitsbereichen (50—56%, 70—78% und 80—90% relative Luftfeuchtigkeit). Zur Einstellung der Feuchtigkeit dienten $Ca(NO_3)_2$, NaCl und KNO_3. Die Versuchsbehälter sind an anderer Stelle beschrieben (Schuch, 1937, Abb. 1).

Totes, lufttrockenes Holz, wie es von der Hausbockkäferlarve bewohnt wird, ist von winzigen Lufträumen, den toten Zellen, erfüllt. Außerdem hält sich die Larve stets in einem größeren Hohlraum von mehrfacher Körperlänge auf, nämlich in dem zuletzt genagten Gangstück (Weidner, 1936, S. 318), während der verlassene Gang ständig mit dem anfallenden Wurmmehl wieder zugestopft wird. Die Luft tritt also in einem mehr oder minder feuchten Zustand unmittelbar an das Tier heran. Der direkte

Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Larve spielt aber wahrscheinlich nur eine untergeordnete Rolle; wichtiger ist vermutlich der Wassergehalt des Holzes und damit der Nahrung. Er ist veränderlich und hat das Bestreben, mit der Luftfeuchtigkeit im Gleichgewicht zu stehen. Bei gleichbleibender Temperatur nimmt er mit der relativen Luftfeuchtigkeit erheblich zu, fällt aber, wenn auch verhältnismäßig wenig, bei konstanter relativer Luftfeuchtigkeit mit steigender Temperatur (s. Kollmann, 1936, S. 58). Durch Einlegen der Hölzer in verschieden feuchte Räume wird also auch der Wassergehalt des Holzes entsprechend verändert.

Die Larven wurden gleichmäßig auf die Versuchshölzer verteilt. Jedes Holz erhielt 5 Larven, und in jede der 12 Temperaturfeuchtigkeitsstufen kamen 2 Hölzer. Der Versuch dauerte 96 Tage. Als Maß für das Wachstum der Tiere diente ihr Gewicht bei Versuchsende.

Tabelle 1.

Rel. Luftfeuchtigkeit %		Gewicht und Länge der Larven bei Versuchsende							
		17° C		21° C		24° C		28° C	
		g/10000	mm	g/10000	mm	g/10000	mm	g/10000	mm
80—90	extreme Werte	14—41	3,5—5,0	26—64	4,5—6	36—220	5—10	24—670	4,5—13
	Mittelwert	27	4,4	46	5,5	93	7,1	196	8,6
70—78	extreme Werte	6—29	2,5—5,0	21—54	4,5—6,5	12—108	3—7,5	15—150	4—8
	Mittelwert	16	3,7	37	5,4	46	5,2	83	6,6
50—56	extreme Werte	6—20	3—4	10—36	3—5	11—36	3—5	17—103	4—7
	Mittelwert	14	3,4	17	3,6	21	4,0	45	5,3

Ergebnis: Aus Tabelle 1 und Abb. 1 geht hervor, daß das Wachstum der Larven durch Temperatur und Feuchtigkeit stark beeinflußt wird. Zunächst sollen nur die Mittelwerte der Larvengewichte bei Versuchsende betrachtet werden. Dabei zeigt sich, daß das Wachstum in derselben Feuchtigkeitsstufe mit zunehmender Temperatur ansteigt und bei derselben Temperatur mit zunehmender Feuchtigkeit. Auffällig ist die Divergenz der Kurven (hier geradlinige Verbindungen der einander zugeordneten Punkte), besonders von 21° C aufwärts. Darin kommt zum Ausdruck, daß die gleiche Steigerung der Luftfeuchtigkeit sich bei höherer Temperatur erheblich günstiger auswirkt als bei einer niedrigen Temperatur.

Betrachtet man die Maximalwerte des Larvengewichts bei Versuchsende, so stellt sich die Temperaturfeuchtigkeitsabhängigkeit des Larvenwachstums gleichsinnig dar, allerdings mit dem Unterschied, daß die durch die Maximalwerte gelegten Kurven noch stärker divergieren als es bei den Mittelwerten der Fall war.

Bei dieser Gelegenheit sei auf die große Streuung in der Gewichtszunahme der Tiere ausdrücklich hingewiesen, die sich mit der Verbesserung der Umweltverhältnisse stark vergrößert. Die gleiche Feststellung

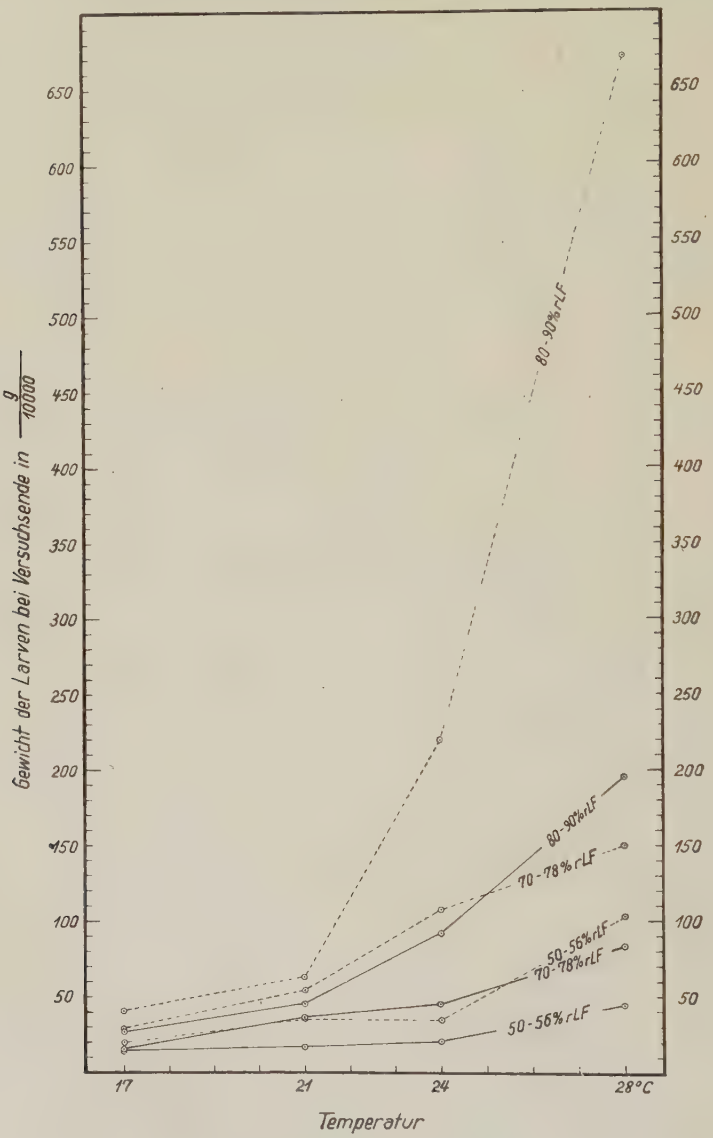


Abb. 1. Abhängigkeit des Larvenwachstums von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. (———— Mittelwert, — — — Maximalwert.)

wurde bereits früher gemacht (Schuch, 1937, S. 553) und gilt auch für die beiden noch folgenden Versuchsserien.

Bei Versuchsende hatte das absolut höchste Gewicht eine Larve, die bei 28° C und 80—90% Luftfeuchtigkeit

lebte. Sie wog 0,0670 g, war 1,3 cm lang und etwa 6,5 mal so schwer als die größte bei 50—56 % Feuchtigkeit in derselben Temperaturstufe gehaltene Larve.

Der Gewichtsunterschied der entsprechenden Tiere bei 17° C ist viel geringer. Hier verhalten sich die Maximalgewichte in der höchsten und niedrigsten Feuchtigkeitsstufe wie 2 : 1. Sie betragen aber nur $^1/_{16}$ bezw. $^1/_{33}$ des soeben erwähnten absolut höchsten Larvengewichts. Die durch Temperatur und Feuchtigkeit bedingten Unterschiede in der Gewichtszunahme der Hausbockkäferlarven sind also überraschend groß.

Aus dem Verlauf der Kurven kann man schließen, daß unterhalb 17° C das Wachstum immer mehr abnimmt, um an der unteren Aktivitätsgrenze der Larven, die etwa bei 10° C zu suchen ist, völlig zu erlöschen.

Oberhalb 28° C ist zunächst noch mit einem weiteren Ansteigen der Wachstumskurve zu rechnen. Nach Wichmand (1931) soll „die günstigste Temperatur für die Larve ca. 35° C" betragen. Experimentelle Unterlagen für diese Angabe sind leider nicht mitgeteilt.

Versuchsreihe 2.

Die Versuchsreihe 2 lief dem ersten Versuch parallel und erstreckte sich bei der gleichen Dauer über dieselben Temperaturfeuchtigkeitsstufen. Die Versuchstiere waren zwar gleichaltrig mit den vorigen, aber größer (0,0024 g bis 0,0124 g), obgleich sie in demselben Holze herangezogen wurden. Das Versuchsholz war dagegen anderer Herkunft als das der Versuchsreihe 1. Es besaß aber gleichfalls eine „Baumkante".

In jede Stufe kamen 7—8 Hölzer mit je einem Tier von bekanntem Gewicht. Die Zunahme wurde in Prozent des Anfangsgewichts ausgedrückt.

Tabelle 2.

Rel. Luftfeuchtigkeit %		Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichts			
		17° C	21° C	24° C	28° C
80—90	extreme Werte .	67—316	497—1100	356—911	256—3334
	Mittelwert . . .	158	637	599	1218
70—78	extreme Werte .	64—184	186—547	254—1157	465—2300
	Mittelwert . . .	131	355	706	1073
50—56	extreme Werte .	(— 4)—102	70—284	150—427	163—807
	Mittelwert . . .	43	179	291	366

Ergebnis: Wie Tabelle 2 und Abb. 2 zeigen, kommt der starke Einfluß der Temperatur und Feuchtigkeit auf das Wachstum der Larven wiederum deutlich zum Ausdruck. Das Ergebnis ist im wesentlichen

gleichsinnig mit dem der Versuchsreihe 1. Die Larve mit dem absolut größten Zuwachs lebte auch hier bei 28° C und

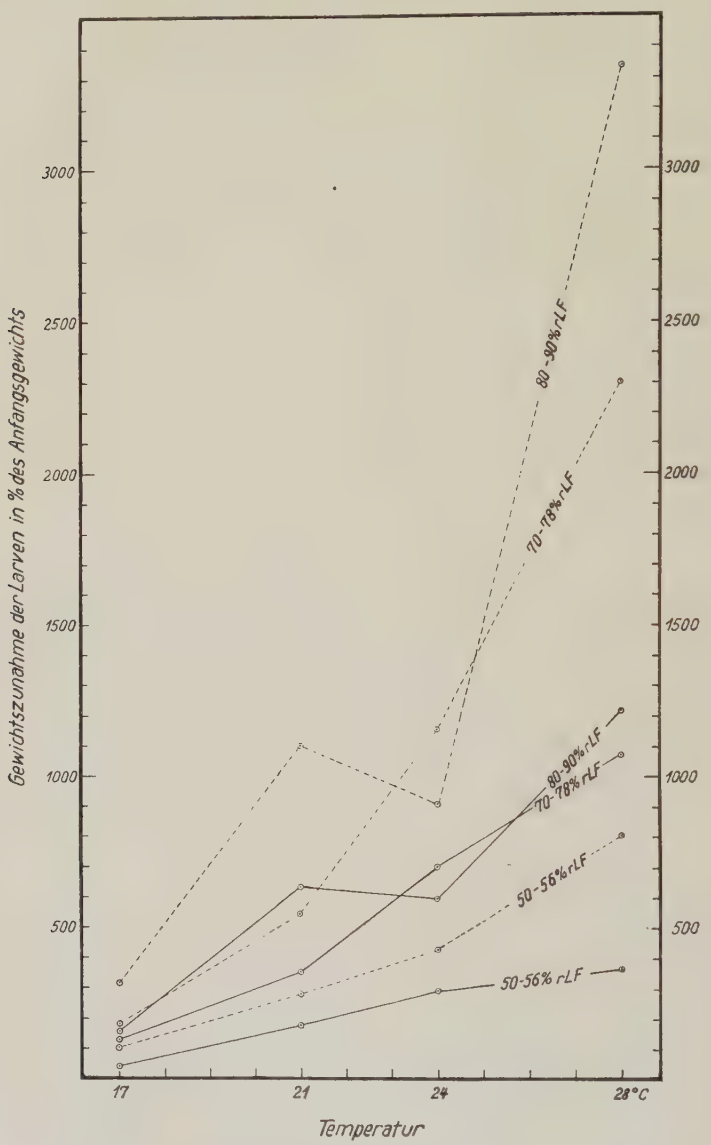


Abb. 2. Abhängigkeit des Larvenwachstums von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. (——— Mittelwert, — — — Maximalwert.)

80—90% relativer Feuchtigkeit. Sie wog bei Versuchsende 0,1099 g und hatte während der Versuchsdauer von 96 Tagen ihr Anfangsgewicht (0,0032 g) um 3334% vermehrt.

Die größten bisher aus Gebälk freigelegten Tiere hatten ein Gewicht von 0,3—0,4 g. Hieran gemessen ist das Gewicht von 0,1099 g einer erst 8 Monate alten Larve auffallend groß. Da unter weniger günstigen Temperaturbedingungen ein Tier von 0,1208 g in 135 Tagen auf 0,3179 g heranwuchs (Schuch, 1937, Tabelle 4, Larve 1), ist zu erwarten, daß man schon nach Verlauf eines Jahres erwachsene Larven und vielleicht sogar schon Käfer erhält, wenn man die Tiere in „baumkantigem" Splint bei genügend hoher Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit heranzieht.

Die Gewichtszunahme von 3334% ist etwa 4mal so groß als die beste Zunahme bei derselben Temperatur und nur 50—56% Feuchtigkeit.

In der Stufe von 17° C verhalten sich die maximalen Zuwachswerte bei 80—90% und 50—56% Feuchtigkeit wie 3 : 1 und betragen etwa $^1/_{10}$ bezw. $^1/_{32}$ des absolut höchsten Zuwachswertes.

Zum Unterschied von Abb. 1 steigen die Kurven der Abb. 2 schon oberhalb 17° C stark an. Bei 24° C war der Zuwachs für 70—78% Feuchtigkeit sogar besser als bei 80—90% Feuchtigkeit, und bei 28° C sind die Kurven für 70—78% und 80—90% Feuchtigkeit einander stark genähert (verglichen mit Abb. 1). Trotzdem bleibt aber deutlich zu erkennen, daß die Reaktionsweise der Tiere in den Versuchsreihen 1 und 2 in der gleichen Richtung liegt.

Eine quantitative Genauigkeit kann infolge der geringen Zahl von Versuchstieren bei den großen individuellen Schwankungen im Wachstum der Larven nicht verlangt werden. Auch die Versuchsmethodik schließt noch eine beachtliche Fehlerquelle in sich ein, auf die hier ausdrücklich hingewiesen werden muß: Bei der Auswertung aller bisherigen Versuche über das Wachstum der Larven blieb nämlich die Kotmenge im Darm der Tiere gewichtsmäßig unberücksichtigt. Allerdings verliert diese Fehlerquelle durch die gleichmäßige Behandlung der Larven wesentlich an Bedeutung.

Die Unterschiede in den Ergebnissen der Versuchsreihen 1 und 2 können auch durch die Verwendung von verschiedenem Holze und von verschieden großen Tieren bedingt sein.

Versuchsreihe 3.

Der Versuch lief bei Zimmertemperatur (T = 12,8—24,8° C; im Mittel 18,8° C) in 4 Feuchtigkeitsstufen (34% [$CaCl_2$], 56% [$Ca(NO_3)_2$], 78% [NaCl] und 99% [K_2SO_4]). Die Versuchstiere waren frischgeschlüpfte Larven, deren Embryonalentwicklung im Zimmer bei 78% Feuchtigkeit stattgefunden hatte. Als Versuchsholz diente „baumkantiger" Kiefernsplint. Die Lagerungszeit des Holzes betrug schätzungsweise 1—2 Jahre.

Nach einer Versuchsdauer von 267 Tagen wurden jeder Stufe 5 Hölzer entnommen, von denen jedes zu Versuchsbeginn mit 5 Larven besetzt worden war.

Tabelle 3.

Relative Luftfeuchtigkeit %	Anzahl der wiedergefundenen lebenden Larven	Larvengewicht bei Versuchsende		Länge der Larven
		Mittelwert	Maximalwert	extreme Werte
		g/10000	g/10000	mm
99	23 = 92 %	39	176	3–9
78	23 = 92 %	34	92	2—7
56	19 = 76 %	10	24	2–4,5
34	0	—	—	—

Ergebnis: Tabelle 3 und Abb. 3 zeigen das Versuchsergebnis. Die in einer Luftfeuchtigkeit von 34% gelagerten Hölzer (Wassergehalt bei Versuchsende etwa 7,5% des Trockengewichts) waren nur schwach befressen. Lebende Larven wurden darin überhaupt nicht wiedergefunden, wohl aber eine Anzahl tote. Man darf also annehmen, daß alle Tiere gestorben sind. In den 5 Hölzern aus 56% Luftfeuchtigkeit wurden von 25 Larven 19 (76%) lebend wiedergefunden und einige tote Tiere. Das Endgewicht betrug im Maximum 0,0024 g und im Mittel 0,0010 g. In der nächst höheren Feuchtigkeitsstufe (78% rel. L.-F.) wurden 23 Larven (92%) lebend wiedergefunden. Hier betrug das Endgewicht im Maximum 0,0092g und im Mittel 0,0034 g. Für 99% Luftfeuchtigkeit betrug es im Maximum sogar 0,0176 g und im Mittel 0,0039 g. Lebend wiedergefunden wurden auch hier 92% der angesetzten Tiere.

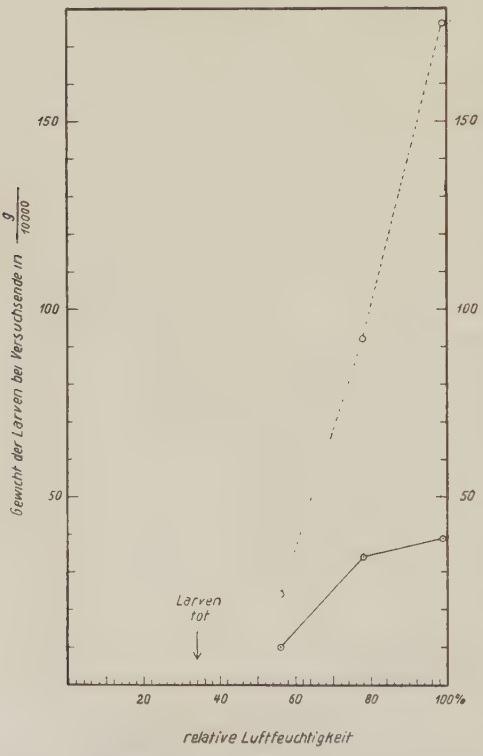


Abb. 3. Abhängigkeit des Larvenwachstums von der Luftfeuchtigkeit bei Zimmertemperatur. (–––––– Mittelwert, — — — Maximalwert.)

Der wachstumsfördernde Einfluß höherer Luftfeuchtigkeit kommt wiederum deutlich zum Ausdruck. Darüber hinaus zeigt der Versuch, daß Junglarven bei dauernder Einwirkung von 34% Luftfeuchtigkeit absterben. Bei 56% Luftfeuchtigkeit liegt offenbar auch noch eine große Sterblichkeit vor, während bei 78 und 99% die meisten Tiere lebend wiedergefunden wurden.

Von den 5 Hölzern bei 99% Luftfeuchtigkeit waren 2 besonders stark verschimmelt. In ihnen blieben alle Larven im Wachstum verhältnismäßig weit zurück. Es ist möglich, daß diese beiden Hölzer durch den Pilzbefall an Nahrungswert eingebüßt hatten.

Zusammenfassende Betrachtung.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Hausbockkäferlarven wird in derselben Feuchtigkeitsstufe mit zunehmender Temperatur beschleunigt. Sie ist bei 28° C um ein Mehrfaches größer als bei 17° C. Während der Sommermonate ist also gerade der Dachraum unserer Gebäude hinsichtlich seiner Temperaturverhältnisse für die Hausbockkäferlarven besonders geeignet, und zwar um so mehr, je schneller er sich erwärmt. Damit erhält auch die Ansicht, daß „wärmesaugende" Bedachungen (z B. Schieferdach) den Hausbockkäferbefall fördern (Wichmand, 1931 und Jensen-Storch, 1932) eine experimentelle Unterlage.

Vergleichende Temperaturmessungen, die Jensen-Storch (1932) im Juli 1927 zur Mittagszeit in Dachräumen vorgenommen hat, ergaben, daß die Temperatur unter Schiefer 35—40° C betrug und unter roten porösen Ziegeln um 10° tiefer lag. Man darf hierbei aber nicht übersehen, daß für die Dachraumtemperatur, von den Außenverhältnissen abgesehen, nicht nur das Bedachungsmaterial maßgebend ist. Einen großen Einfluß haben sicherlich auch die Durchlüftungsverhältnisse und die Größe bezw. Höhe des Raumes, denn das Dach als Heizfläche wird die Raumtemperatur um so mehr beeinflussen, je kleiner der Raum im Verhältnis zur Dachfläche ist.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Hausbockkäferlarven wird bei derselben Temperatur mit zunehmender Feuchtigkeit beschleunigt. Über die optimale Feuchtigkeit, d. h. die Holzfeuchtigkeit (bezw. die ihr entsprechende relative Luftfeuchtigkeit), bei der die stärkste Vermehrung des Hausbockkäfers möglich ist, besteht noch keine Klarheit.

Obgleich das schnellste Wachstum einzelner Tiere in der Regel bei der höchsten Luftfeuchtigkeit (80—90% bezw. 99%) stattfand, muß auf Grund der Versuchsergebnisse doch schon eine Luftfeuchtigkeit von 70 bis 78% als günstig für die Hausbockkäferlarven angesehen werden.

Junglarven starben bei Dauereinwirkung von 34% Luftfeuchtigkeit ab. Eine Feuchtigkeit von 56% verzögerte die Wachstumsgeschwindigkeit wesentlich und scheint unter den Junglarven gleichzeitig auch die Sterblichkeit erhöht zu haben.

An heißen Sommertagen sinkt die relative Luftfeuchtigkeit in den Dachräumen stark herab, auch dort, wo Befall vorliegt. Sie steigt jedoch wieder mit fallender Temperatur an, so daß es zu einer Austrocknung des Gebälks bis zur Gefährdung der Tiere offenbar nicht kommt. Überdies sind die Larven gegen Trockenheit längere Zeit sehr widerstandsfähig.

Weit ungünstiger als im Dachraum bei hoher Sommertemperatur liegen die Feuchtigkeitsverhältnisse im Winter in beheizten Räumen. Hier stellt

sich für die Dauer der Beheizung normalerweise eine Feuchtigkeit von 10—50% ein, die zu einer starken Austrocknung des Holzes und zu einer Gefährdung der Tiere führt. Diese Tatsache darf man beim Experimentieren mit Hausbockkäferlarven im Laboratorium nicht unberücksichtigt lassen. Zum Zwecke der Mittelprüfung im Laboratorium ist daher eine künstliche Befeuchtung der Versuchshölzer erforderlich, derart, daß man sie in Hygrostaten mit genügend hoher Luftfeuchtigkeit einlegt.

Schrifttum.

Eckstein, K., Beiträge zur Kenntnis des Hausbocks, *Hylotrupes bajulus* L. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1920, 65—89.

— —, Der Hausbock *Hylotrupes bajulus* L. Vedag-Buch 1935. Vereinigte Dachpappenfabriken A.-G., Berlin W 35.

Jensen-Storch, Sv., Eine Übersicht über die Entwicklung der Hausbockfrage in Dänemark und eine Methode zur Untersuchung des relativen Wertes der verschiedenen Konservierungsflüssigkeiten als Bekämpfungs- und Vorbeugungsmittel. Anz. f. Schädlingskunde VIII, 1932, 101—105.

Kollmann, F., Technologie des Holzes. Berlin 1936. Verlag Julius Springer.

Schuch, K., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Larve des Hausbockkäfers *Hylotrupes bajulus* L. Zeitschr. f. angew. Entomologie XXIII, 1937, 547—558.

Steiner, P., Hausbockuntersuchungen. (1. Mitteilung.) Über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Eistadium und Bemerkungen zur Biologie der Imago. Zeitschr. f. angew. Entomologie XXIII, 1937, 531—546.

Weidner, H., Der Hausbock. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 1936, 305 bis 326.

Wichmand, H., *Hylotrupes bajulus* L. in Dänemark. Anz. f. Schädlingskunde VII, 1931, 13—16.

Ameisen und Blattläuse.

(Ein Beitrag zur Ökologie aphidophiler Ameisen.)

Von

Julius Herzig.

(Mit 18 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

I. Einleitung 368
A. Fragestellung 368
B. Untersuchungsmaterial 369
C. Untersuchungsmethoden 369
D. Mitteilungsvermögen der untersuchten Lasiusarten 371
a) Spurung 371
b) Alarmierung 375
c) Straßenbildung 375
II. Ameisen und Blattläuse in ihren gegenseitigen Beziehungen 378
A. Das erste Auftreten von Ameisen und Blattläusen zu Beginn des Frühjahres (unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Blattlauskoloniegründungen) . . 378
B. Wächterdienst und Schutz der Blattläuse durch Ameisen 386
C. Transport von Blattläusen durch Ameisen 391
D. Ortsstetigkeit und Körpergröße der sekretsammelnden Ameisen 397
E. Größe der Sekretmenge, die die Ameisen in ihrem Nahrungshaushalt jährlich verwerten 402
III. Einfluß des Zusammenlebens von Ameisen und Blattläusen auf die Wirtspflanzen 418
IV. Dipteren und Aphiden 426
V. Zusammenfassung der Ergebnisse 429
VI. Literaturverzeichnis 431

* * *

I. Einleitung.

Eins der interessantesten Gebiete in der Ameisenkunde ist die sogenannte Trophobiose, bei der die Ameisen aktiv zu anderen Insekten in freundschaftliche Beziehungen getreten sind, und zwar deshalb, weil diese Tiere Sekrete absondern, die für viele Ameisenarten die Hauptnahrung darstellen.

So werden aus diesem Grunde nicht nur Aphiden, sondern auch Schildläuse, Zikaden, Käfer und Bläulingsraupen von den Ameisen aufgesucht.

Obgleich gerade diese Probleme schon oft Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen waren, kann von einer befriedigenden Lösung noch gar keine Rede sein. Je mehr man sich mit diesen interessanten Erscheinungen befaßte, um so größer wurde der Fragenkomplex, der eine erneute und vertiefte Untersuchung notwendig machte, so daß der Schlußstrich unter dieses umfangreiche Kapitel der Biologie noch lange nicht gesetzt werden kann. Notwendig war vor allem eine genau protokollierte Untersuchung an größerem Material, damit Zufallsergebnisse ausgeschlossen sind. Dieses soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden.

A. Fragestellung.

Die durchgeführten Untersuchungen beschränken sich vornehmlich auf das Zusammenleben unserer einheimischen *Lasius*arten mit Blattläusen.

In den Rahmen dieser zum Teil äußerst komplizierten Verhältnisse fallen aber nicht nur die rein ökologischen Beziehungen zu den Blattläusen, sondern auch Fragen physiologischer und psychologischer Natur.

Es interessieren in diesem Zusammenhang vor allen Dingen die Fragen, die uns über die wirkliche Abhängigkeit beider Insektengruppen voneinander Aufschluß geben, und die Vorteile, die beide Insektengruppen durch ihr Zusammenleben genießen.

Endlich aber wird es unerläßlich sein, auch die Nachteile, die die Wirtspflanzen dadurch erleiden können, einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, da die Größe dieser Schädigung nicht ohne Einfluß auf unsere Einstellung zu diesen Insekten sein wird.

Für das schnelle Erscheinen größerer Ameisenmengen an einem aufgefundenen Futterplatz ist weiterhin eine Untersuchung über die gegenseitige Verständigung im Ameisenstaat notwendig, da diese ausschlaggebend ist für eine gute Ausbeute des Aphidensekretes. Gleichzeitig gilt es, den Ausbau dieses Mitteilungsvermögens nachzuweisen, und dabei festzustellen, inwieweit es unbedingt notwendig ist, um die Ameisen zu gemeinsamen Handlungen zu befähigen.

B. Untersuchungsmaterial.

Bei Berücksichtigung auch derjenigen Arten, die nur zu Kontrollversuchen herangezogen wurden, untersuchte ich vier verschiedene Ameisenarten, fünf Aphidenarten und eine Coccidenart:

Ameisen: 1. *Lasius niger* L.
2. *Lasius fuliginosus* Latr.
3. *Lasius brunneus* Latr.
4. *Iridomyrmex humilis* Mayr.

Aphiden[1]: 1. *Aphis sambuci* L.
2. *Doralis fabae* Scop.
3. *Periphyllus testudinatus* Thornt.
4. *Aphis pomi* de Geer.
5. *Macrosiphon rosae* L.

Coccide: 1. *Pseudococcus citri* Risso.

Drei der Ameisenarten gehören unseren einheimischen *Lasius*arten an, während die vierte einen Vertreter aus der Reihe der Dolichoderinen darstellt, die von Südamerika eingeschleppt und erst seit einigen Jahren bei uns in Europa ansässig ist, wo sie sich vornehmlich in Warmhäusern aufhält.

Die Materialbeschaffung machte keine Schwierigkeiten. *Iridomyrmex humilis* fand ich in großen Mengen in den Gewächshäusern des botanischen Gartens der Universität Breslau. *Lasius niger* und *Lasius brunneus* verschaffte ich mir ebenfalls fast ausschließlich aus dem Botanischen Garten sowie aus der näheren Umgebung Breslaus. *Lasius fuliginosus* wurde anläßlich einer Exkursion aus Sibyllenort bei Breslau mitgebracht und beim Zoologischen Institut Breslau angesiedelt.

Das Aphidenmaterial lieferte in ausreichender Menge fast ausschließlich der Botanische Garten, in welchem auch die Freilandversuche zum großen Teil durchgeführt wurden.

C. Untersuchungsmethoden.

Den Hauptwert legte ich bei meinen Untersuchungen auf Beobachtungen im Freien, da hier die Tiere unter natürlichen Bedingungen stehen, und die Nestzusammensetzung (Verhältnis von Arbeitern zu Männchen, zu Weibchen und zur Brut) ursprünglich ist.

Neben diesen Freilandversuchen stellte ich solche an eigens hierfür gebauten Versuchsfeldern an. Diese waren durch Wassergräben von der weiteren Umgebung abgetrennt und wurden erst von mir mit Ameisen besiedelt.

---

[1]) Die Aphidennomenklatur entnehme ich nach Börner dem „Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten“ Bd. V, S. 551—715. Berlin 1932.

Dennoch war es zur Durchführung einiger Versuche unerläßlich, das Kunstnest zu Hilfe zu nehmen. Dieses mußte bestimmten Ansprüchen genügen. Es sollte erstens geräumig sein, da die Versuchstiere möglichst weite Strecken zurücklegen mußten; zweitens mußte der Teil des Nestes, in dem gefüttert wurde (= Arena), nach außen offen sein, da dorthin Pflanzen, auf denen sich Blattläuse befanden, gestellt werden sollten. Um aber die Ameisen am Entweichen zu hindern, war es nötig, diesen offenen Nestteil mit einem Wassergraben zu umgeben.

Da somit eine besondere Konstruktion des Nestes erforderlich war, soll dasselbe näher beschrieben werden.

Das ganze Nest bestand aus einem großen Gipsblock mit Wasserrinne, die aus Weißblech angefertigt war, und einigen Glasscheiben, die die Nestfächer bedeckten (Abb. 1).

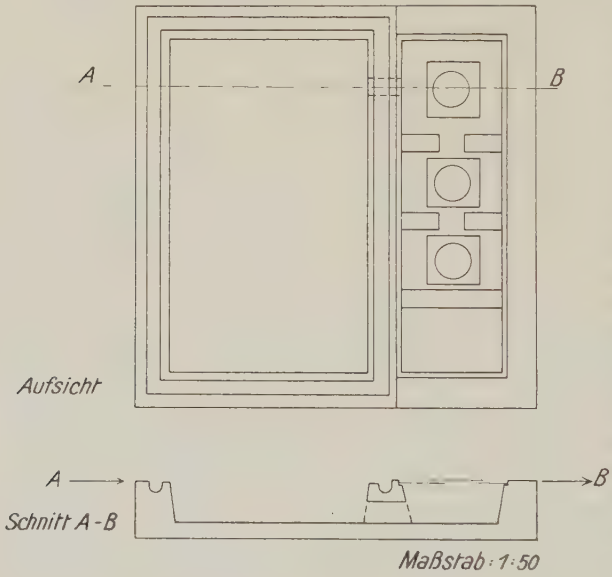


Abb. 1. Das Kunstnest.

Auf der einen Seite des Nestes lagen die drei Nestfächer, die miteinander in Verbindung standen; das vorderste führte mittels eines Tunnelganges in die Arena. An gleicher Seite lag die Wasserkammer, welche das Nest mit der nötigen Feuchtigkeit versah. Dieser Teil war zum Einsehen in die Nestfächer mit Glasscheiben überdeckt. Eine Pappe lag gewöhnlich über diesen Nestfächern und verlieh denselben die notwendige Dunkelheit. Auf der anderen Seite befand sich die von der Wasserrinne umgebene Arena. Sie gewährte den Versuchstieren genügend Bewegungsfreiheit. Die Wasserrinne war in den obersten Teil der Arenawand eingelassen und hatte selbst eine Breite von 1,5 cm und eine Tiefe von 0,8 cm. Das ganze Nest hatte einen quadratischen Grundriß von 42 cm Seitenlänge und eine Höhe von 7 cm.

Am besten hielten sich *Lasius niger* in diesem Kunstnest. Sie lebten sich recht bald ein und verloren ihre Scheu. Es starben nur recht wenige Tiere ab, und das auch nur durch zu starke Erregung kurz nach dem Einsetzen. (Vgl. Goetsch und Ehrhardt 1931.)

Lasius fuliginosus lief zwar auch rege umher, blieb aber stets furchtsam und hielt sich nicht lange. Selbst wenn ich morsche Holzstückchen zum Nestbau der Erde zugab, waren in wenigen Wochen alle Tiere tot.

Lasius brunneus hingegen verließ sehr selten die Nestfächer und nahm auch fast ausschließlich nur in den abgedunkelten Nestteilen Nahrung auf. Die Tiere selbst hielten sich recht lange Zeit, ohne daß nennenswerte Verluste durch Absterben zu verzeichnen waren. Ihre Scheu aber legte sich nicht.

Um die einzelnen Versuchsameisen längere Zeit genauer beobachten zu können, nahm ich Farbmarkierungen vor, die nach v. Frisch (1923/24) bei seinen Untersuchungen über das Mitteilungsvermögen der Bienen bereits Goetsch mit Erfolg angewandt hatte.

D. Mitteilungsvermögen der untersuchten Lasiusarten.

Daß das Mitteilungsvermögen der sozialen Insekten sehr gut ausgebildet sein kann, wurde zuerst von v. Frisch (1923/24) an unserer Honigbiene in einer Reihe von Versuchen eindeutig bewiesen, und bei den Ameisen ist es in jüngster Zeit Goetsch gelungen, das Mitteilungsvermögen genauer zu untersuchen und in seinen Einzelheiten festzulegen.

Im Rahmen dieser Arbeit kann ich nur auf das Mitteilungsvermögen eingehen, welches bei der Ernährung eine Rolle spielt. Nach Goetsch (1934 [3]) kommt dabei in Betracht:

a) Spurung,
b) Alarmierung,
c) Straßenbildung.

Alle diese Vorgänge konnte ich in meinem Kunstnest sehr klar und eindeutig untersuchen. Die Beschreibung einiger Experimente soll zeigen, was sich abspielt, wenn eine Ameise ein Futterschälchen mit Zuckerwasser oder eine Blattlausherde findet.

Bei der Durchführung dieser Untersuchungen mußten mehrere Gesichtspunkte berücksichtigt werden, um die Übersicht nicht zu verlieren. Es durfte zunächst nur eine Ameise zu Beginn der Versuche in der Arena sein. Ferner mußte das Nest einige Zeit (6—8 Tage) keine Nahrung erhalten haben, da sonst die Reaktionen nicht deutlich genug waren.

a) Spurung.

Fand ein *Lasius niger* das gereichte Zuckerwasser, so wurde es zunächst, nach kurzem Erschrecken, vorsichtig mit den Fühlern betastet. Dann begann er gleich, dasselbe aufzulecken und seinen Kropf zu füllen. Während dieses Vorganges wurde das Abdomen sehr schnell auf und ab bewegt, so daß dadurch ein Vibrieren des Abdomens zustande kam. Diese anfänglich größeren und schnelleren Abdominalbewegungen nahmen mit zunehmender Kropffüllung ab und hörten schließlich ganz auf. Nachdem die Ameise ihren Kropf fast gefüllt hatte, verließ die Finderin das Zuckerwasser und umlief dasselbe in einem Umkreis bis zu 5 cm und mehr. Dabei setzte sie alle 2 cm dreimal ihre Abdomenspitze auf die Unterlage auf, wobei sie jedesmal ruckartig stehen blieb. Zwischen zwei solcher Tupfen wurde das Abdomen wieder in die waagerechte Lage gebracht. Dann lief sie zum Zuckerwasser zurück und nahm noch ein Tröpfchen bis zur prallen Kropffüllung auf, um schließlich das Nest aufzusuchen. Der Weg dorthin war in den meisten Fällen nicht die kürzeste Verbindung zum Nesteingang. Der ganze Weg zum Nest wurde ebenfalls mit derartigen Tupfen in fast gleichbleibenden Abständen besetzt (Abb. 2).

Kurze Zeit nach dem Verschwinden dieser Finderin liefen eine mehr oder weniger große Anzahl von Nestgenossen in die Arena aus. Diese hielten ihre Fühler dicht über den Boden gesenkt und verfolgten dabei fast genau den Weg, den vorher die Finderameise als Heimweg benutzt

hatte. Bald gelangten diese Ameisen zum Zuckerwasser und machten sich daran, dasselbe abzutragen.

Noch ehe die ersten der ausgelaufenen Ameisen zum Futter gelangten, kehrte auch die Finderin wieder mit leerem Kropf in die Arena zurück. Jedoch benutzte sie nicht wie die anderen ihren Heimkehrweg, sondern wandte sich in einer fast geraden Linie zwischen Nesteingang und Futterplatz zum Zuckerwasser. Auch auf dem Wege dorthin lief die Finderin mit denselben ruckartigen Bewegungen unter gleichzeitigem Aufsetzen ihrer Abdomenspitze wie beim ersten Heimweg (Abb. 3).

Die nach der Finderin aus dem Nest auslaufenden Ameisen folgten nun in den meisten Fällen alle dem neuen Weg, wobei auch keine dieser erstmalig in die Arena laufenden ihre Abdomenspitze auf die Unterlage auftupfte. Erst wenn dieselben ihren Kropf gefüllt hatten und ins Nest liefen, verhielten sie sich genau so wie die Finderin. Es mußte also das

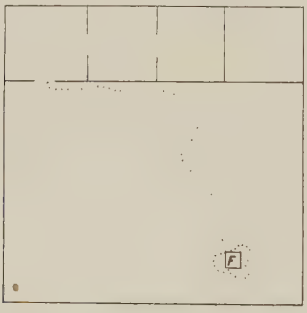


Abb. 2. Erster Weg der Finderin vom Futter (F) zum Nest. (Die Punktierung soll die einzelnen Tupfen darstellen, auch in Abb. 4, 5, 6 und 7.)

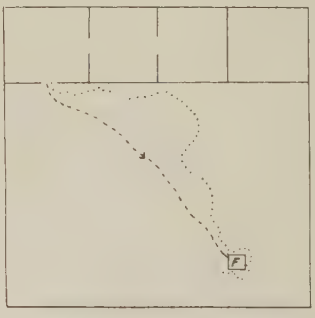


Abb. 3. Die aus dem Nest auslaufenden Ameisen verfolgen den ersten Heimweg der Finderin zum Futter, die Finderin selbst markiert einen neuen Weg (- - - -) dorthin.

Aufsetzen der Abdomenspitze eine spezifische Wirkung haben. Daß dieses Verhalten als Spurung anzusprechen ist, konnte ich sehr leicht nachweisen.

Bei einem gleichartigen Versuch kleidete ich einen Teil der Arena mit einem Bogen Papier aus. Dieser wurde nun, nachdem die Finderameise unter den oben geschilderten Vorgängen das Nest erreicht hatte, fortgenommen. Befand sich auf dem Papier eine Spur, nach der sich die ausgelaufenen Nestgenossen orientierten, so mußte nun nach der Entfernung dieser Spur eine Stockung am Ende derselben eintreten, und das Zuckerwasser nicht so leicht gefunden werden. Das trat in der Tat ein. Die ersten auslaufenden Ameisen verfolgten den Spurweg der Finderin bis zu ihrem durch die Fortnahme des Papieres bedingten Ende, dann stutzten dieselben zunächst, worauf verstärktes Suchen und unorientiertes Umherlaufen begann. Es wurde die nähere Umgebung genau mit den Fühlern abgetastet. Dabei verfielen diese Tiere in eine starke Erregung (Abb. 4 u. 5).

Ganz anders verhielt sich jedoch die Finderin. Sie kam in gewohnter Weise mit leerem Kropf unter Spurbewegungen in die Arena und schlug wieder einen anderen Weg zum Futterplatz ein. Sie ließ sich keineswegs durch die erregt Umhersuchenden stören und gelangte als erste zum

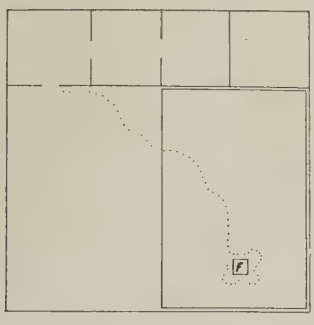


Abb. 4. Die rechte Hälfte der Arena mit einem Bogen Papier ausgekleidet, auf welchem die Finderin den Weg zum Nest markiert.

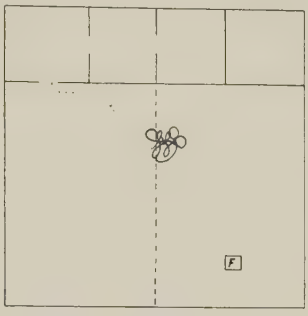


Abb. 5. Suchbewegungen der auslaufenden Ameisen nach Fortnahme des Papieres am Ende der zurückgebliebenen Wegspur.

Zuckerwasser zurück (Abb. 6). Als die anderen schließlich auf die neue Spur trafen, folgten sie ihr und fanden dann ebenfalls.

Dieser zweite Versuch zeigte nun ganz deutlich, daß die Finderin den Weg mit einem Stoff kenntlich gemacht hatte, der von den anderen mit Hilfe der Fühler wahrgenommen worden war und der ihnen gleichzeitig die Richtung zum Futterplatz anzeigte. Ohne diesen „Wegweiser" wären sie sicherlich erst nach erheblich langem Suchen dorthin gelangt. Die Finderin hat also den Weg gekennzeichnet, und zwar durch Aufsetzen der Abdomenspitze in bestimmten Abständen, denn das war das Hauptunterscheidungsmerkmal von den anderen.

Abb. 6. Erster Weg der Finderin zum Futter nach Fortnahme des Papieres (- - - -).

Aber dieser Versuch zeigt noch ein zweites. Die Finderameise findet ohne Benützung ihrer Spur zur Futterstelle zurück. Sie muß sich also genau gemerkt haben, in welcher Richtung vom Nesteingang der Fundort liegt. Damit ist bewiesen, daß sie auf Grund visueller Eindrücke und Ortssinn eine einmal entdeckte Nahrungsquelle wiederfindet.

Diese Tatsachen sind für unsere Fragen von großer Bedeutung, da dadurch stets die entdeckte Nahrungsquelle wiedergefunden werden kann. Das wird erst recht verständlich, wenn man bedenkt, daß eine solche Spur nach 5—6 Minuten ihre Wirkung verliert, so daß bei entfernter liegenden Fundorten sicherlich mehr Zeit vergeht,

ehe die ersten Auslaufenden dort anlangen. (Vgl. Goetsch, 1936, Formicidae Mediterraneae.)

Dadurch, daß die Finderin die Lage des Fundortes genau kennt und auch bei dem nächsten Auslauf ihren Weg dorthin wieder markiert, ist die Möglichkeit gegeben, daß die auslaufenden Nestgenossen in verhältnismäßig geringer Zeit, und zwar fast hundertprozentig zum Futter gelangen.

Das Umkreisen der gefundenen Futterquelle stellt aber nichts anderes als eine Eigentumserklärung dar, denn durch den Spurvorgang wird gewissermaßen ein Sperring um den Fundort gelegt, der von Ameisen anderer Art gemieden wird, da sie vor diesem zurückschrecken und gleichzeitig merken, daß hier eine Gefahrenzone für sie besteht. Damit ist also ein Bewachen des gefundenen Futters verbunden. Dies stimmt genau mit den von Goetsch (1934, [3]) gefundenen Erscheinungen überein.

Der Spurvorgang als solcher unterscheidet sich von Goetsch (1934) an Myrmicinen entdeckten dadurch, daß *Lasius niger* keine fortlaufende Spur anlegt, sondern durch zeitweises Aufsetzen der Abdomenspitze eine unterbrochene Spurlinie erzeugt. Im einzelnen ließ sich feststellen, daß auf einer Strecke von zwei Zentimetern bei *Lasius niger* und *Lasius brunneus* die Abdomenspitze dreimal aufgesetzt wurde, bei *Lasius fuliginosus* dagegen nur zweimal.

Die Spurungsergebnisse bei *Lasius fuliginosus* und *Lasius brunneus* wurden nur an Hand von Freilandversuchen gewonnen, da sich beide Arten im Kunstnest nicht dazu eigneten.

Genaue Untersuchungen über das Spurmittel habe ich nicht angestellt. Jedoch möchte ich mich der Ansicht von Goetsch (1934, [3]) anschließen und gleichfalls das Spurmittel in einem Duftstoff sehen, der vielleicht dem Artduft, der stets jede Ameise als Dunstwolke umgibt, gleichzustellen ist. Er wird durch die Spurung nur in konzentrierterer Form bestimmt gerichtet abgegeben. Die Abgabestelle dieses Stoffes liegt sehr wahrscheinlich in dem pinselartigen Gebilde an der Ventralseite der Abdomenspitze.

Nach meinen Beobachtungen wird dieser kleine Pinsel während des Spurvorganges auf die Unterlage getupft, so daß sich der ganze Spurweg aus einzelnen Tupfen zusammensetzt, die jeweils eine Anhäufung des Duftstoffes darstellen.

Daß diese kleinen abgegebenen Duftportionen der Finderin von den auslaufenden Ameisen direkt gesucht werden, geht aus den Bewegungen dieser Tiere hervor. Sie tasten sich gewissermaßen an ihnen vor, um schließlich zum Futter zu gelangen, so daß der ganze Spurweg aus vielen kleinen „Duftdepots" besteht.

Leider fielen bisher Versuche, das Spurmittel mit Lackmus nachzuweisen und den Spurweg somit festzuhalten, negativ aus. Ich kleidete zu diesem Zweck die ganze Arena mit angefeuchtetem roten bezw. blauen Lackmuspapier, das ich auf einer Glasplatte als Unterlage befestigte, aus. Die Finderinnen einer Nahrungsquelle liefen, wenn auch ungern, aber mit denselben Spurbewegungen über dieses zum Nest. Eine Umfärbung der Stellen, die mit dem abdominalen Haarbüschel berührt wurden, trat indessen nicht ein. Vermutlich ist die jeweils abgegebene Menge zu gering, um sie mit Lackmus nachzuweisen. Desgleichen war es auch nicht möglich, den Spurweg auf einer berußten Platte, über die ich spurende Ameisen laufen ließ, festzustellen. Jedoch sind ähnliche Untersuchungen noch im Gange.

b) Alarmierung.

Die Vorgänge, die sich abspielen, wenn eine Finderin ins Nest kommt, mögen ganz kurze Erwähnung finden. Sie sind aber von gleich hoher Bedeutung wie die Spurung.

Goetsch (1934 [3]) hat die Alarmierung spezieller untersucht. Ich kann hier nur feststellen, daß sich meine Ergebnisse in dieser Richtung völlig mit denen decken, die er auch an anderen Arten gewonnen hat.

Wir müssen auch bei unseren *Lasius*arten drei Stufen der Alarmierung unterscheiden:

1. den leichten Alarm, der im Schnicken und Zucken des Körpers der Alarmierenden zu erkennen ist und den Abtransport der Brut in tiefer gelegene Nestpartien veranlassen kann. Er erfaßt nur wenige Nestgenossen.

2. den erhöhten Alarm. Hierbei werden die Nestgenossen, auf die die Finderin einer Nahrungsquelle trifft, mit Fühlerschlägen an Kopf und Körper berührt, wobei das Schnicken und Zucken ihres Körpers beibehalten wird. Gewöhnlich wird dieser Alarm nicht tief ins Nest hineingetragen, sondern beschränkt sich nur auf die in der Nähe des Nestausganges befindlichen arbeitslosen Tiere. Diese betasten darauf mit ihren Fühlern die Alarmierenden und laufen schließlich die Fühler über den Boden gleiten lassend aus, um auf der gelegten Spur zum Futter zu gelangen. Es werden also durch diesen Futteralarm die Nestgenossen zur Sammeltätigkeit angeregt.

3. den Gefahrenalarm, der in ganz kurzer Zeit alle Nestinsassen panikartig erfaßt. Er gipfelt darin, daß die Alarmierende ihre Nestgenossen mit Kopf und Fühlern recht kräftig anstößt, wobei sie die Kiefern weit öffnet und blitzartige Bewegungen ausführt. Gewöhnlich wird dabei ein Gifttropfen an der Abdomenspitze sichtbar.

Diese 3 Alarmstufen können ineinander übergehen, da sie ganz von dem Temperament der Alarmierenden abhängig sind.

Ergänzend soll hier aber noch angeführt werden, daß Spurung und Auslösung des Futteralarms Hand in Hand gehen, wobei ein weiterer Alarm unterbleibt, sobald die Spurung aufhört. Wie ich experimentell feststellen konnte, wird die Spurung eingestellt, 1. wenn die Alarmierten den Weg zum Futter zwei- bis dreimal zurückgelegt haben, oder 2. wenn genügend Helfer auf den Alarm hin ausgelaufen sind und die Nahrungsquellen ausbeuten.

c) Straßenbildung.

Der Erfolg eines Futteralarms war dann besonders gut zu erkennen, wenn es galt, eine größere Futterquelle nach längerer Hungerperiode auszubeuten. Schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit bildete sich eine eifrig belaufene Straße, auf der die Sammlerinnen in beiden Richtungen, beladen zum Nest und leer vom Nest, verkehrten. Sobald eine solche ununter-

brochene Kette von Arbeitern den Fundort mit dem Nest verband, unterblieb auch jede Spurung; der Weg war dann durch das häufige Belaufen genügend mit Duftstoffen kenntlich und die einzelnen Ameisen orientierten sich außerdem aneinander.

Den gesamten Zyklus vom Auffinden eines Futterplatzes über Spurung und Alarmierung bis zur systematischen Ausbeutung desselben auf dem Wege der Straßenbildung konnte ich auch an Freilandversuchen beobachten, besonders gut an *Lasius niger*, *Lasius fuliginosus*, und *Iridomyrmex humilis*. Daß sich die geschilderten Vorgänge der Spurung, Alarmierung und Straßenbildung nicht nur beim Abtransport von Zuckerwasser, sondern auch beim Eintragen des bei den Blattläusen gesammelten Sekretes in gleicher Form abwickelten, konnte ich in Laboratoriumsversuchen feststellen. Zu diesem Zwecke brachte ich eine mit Aphiden besetzte Pflanze, z. B. einen kleinen *Sambucus* mit *Aphis sambuci*, die in einem Blumentopf eingepflanzt war, in die Arena.

Genau so eindeutig waren die Ergebnisse, die ich besonders schön an *Lasius fuliginosus* draußen im Freien erzielte. Ich hatte auf einem durch einen Wassergraben von der Umwelt abgegrenzten Gebiet (Ameisen-Insel) eine große Anzahl dieser Ameisen angesiedelt. Diese leitete ich dann künstlich durch Überbrückung des Wassergrabens zu einem außerhalb des eingeschlossenen Feldes wachsenden *Evonymus*, auf dem sich sehr viele *Doralis fabae* aufhielten.

Die ersten Ameisen, die die Aphiden fanden, füllten in kurzer Zeit ihren Kropf und liefen nun unter den oben geschilderten Spurbewegungen ins Nest zurück, worauf dann nach Auslösen des Futteralarms bald viele Nestgenossen auf dem Strauch erschienen und sich innerhalb weniger Stunden eine eifrig belaufene Straße zwischen Nest und *Evonymus* bildete. Diese Straße blieb dann auch bis zum Ende der Blattlauszeit gut erhalten.

Daß schon der Futteralarm eine große Wirkung haben kann, konnte ich auch an *Iridomyrmex humilis* im Gewächshaus des Breslauer Botanischen Gartens feststellen. Ich hatte einige Fleischköder ausgelegt. Nach einer Stunde wurden diese eingesammelt. Der Fang ergab rund 1000 Arbeiter und zwei Königinnen. Es mußte also der Futteralarm so stark gewesen sein, daß sich sogar zwei Königinnen davon anstecken ließen und selbst zum Futter ausliefen. Allerdings ist ein solches Auslaufen von Königinnen bei Dolichoderinen nicht allzu selten (Vgl. Goetsch, 1936).

An dieser Stelle soll noch die Auswirkung eines anderen Futteralarms an Hand von Aufzeichnungen eines Protokolls näher erwähnt werden. Gefüttert wurde *Lasius niger* mit Zuckerwasser am 26. November 1935 im Kunstnest Nr. 2. Das Zuckerwasser wurde um 15 Uhr 53 Minuten in der Arena auf einem Gläschen gereicht, als sich zwei Ameisen (Nr. 61 und Nr. 9) in ihr aufhielten.

Nr. 61 fand um 15 Uhr 56 Minuten zum Futter und nahm es an. Nr. 9 hat auch während des ganzen Versuches nicht dorthin gefunden, sondern befaßte sich mit anderen Arbeiten, wie Umhertragen der toten Nestgenossen u. a. m. Erst nachdem Nr. 61 dreimal

mit prallem Kropf ins Nest gelaufen war, kamen Alarmierte in die Arena. Der Erfolg des Alarms nach dem 3. Weg von Nr. 61 ist deutlich in der graphischen Darstellung (Abb. 7) festgehalten.

Dieselbe gibt an: 1. wieviel verschiedene Ameisen überhaupt zum Zuckerwasser fanden und es eintrugen, und 2. wie groß der Auslauf neuer Ameisen von 10 zu 10 Minuten war, die durch Alarmierung zur Sammeltätigkeit veranlaßt wurden. Man sieht deutlich, daß jede vom Futter mit prallem Kropf heimkehrende Ameise erneut alarmiert hat, denn die Anzahl der neu auslaufenden Ameisen schwillt bald recht stark an. Sie flaut nach einer gewissen Zeit wieder ab, nämlich dann, wenn die Alarmierung unterbleibt. Es wurde dann auch nicht mehr gespurt, so daß auch die zuletzt auslaufenden Tiere den Heimweg nicht mehr markierten.

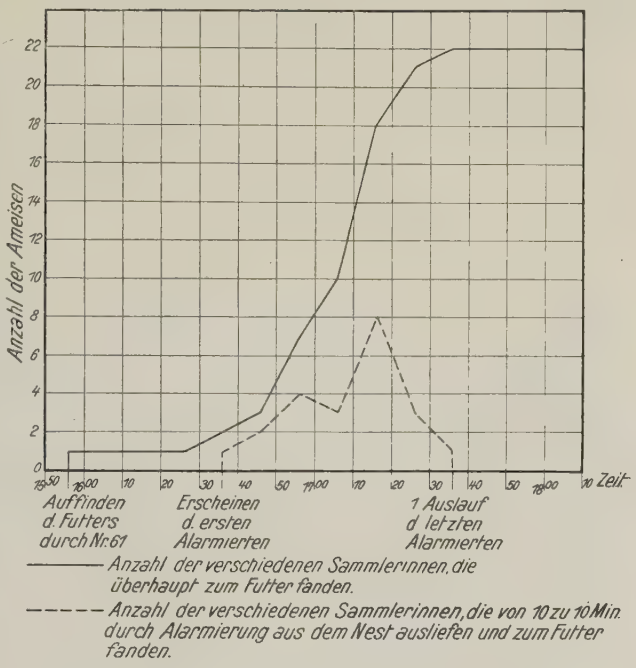


Abb. 7. Graphische Darstellung eines erfolgreichen Futteralarms mit *Lasius niger* im Kunstnest Nr. 2.

In diesem Falle beteiligten sich 22 verschiedene Ameisen beim Eintragen des Futters. Von diesen waren 21 durch Alarmierung hinzugezogen worden.

Diese 22 verschiedenen *Lasius niger* legten in der Beobachtungszeit 68 Wege zwischen Nest und Futter zurück. Wie sich diese auf die einzelnen Sammlerinnen verteilen, ist in folgendem Diagramm (Abb. 8), in welchem die beteiligten Ameisen nach der Zeit ihres ersten Auslaufes geordnet sind, wiedergegeben.

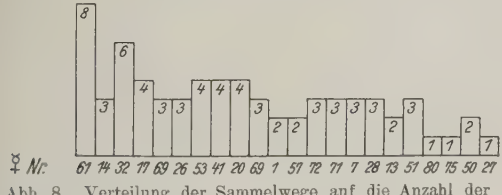


Abb. 8. Verteilung der Sammelwege auf die Anzahl der verschiedenen Sammlerinnen. (Die in den Säulen angegebenen Zahlen entsprechen der Anzahl der Sammelwege einer jeden am Fuß derselben bezeichneten Sammlerin.)

Das ins Nest gebrachte Zuckerwasser wurde an die im Nest zurückgebliebenen Nestgenossen verfüttert, worauf jedesmal dieselben Tiere wieder ausliefen, um ihren Kropf erneut zu füllen.

An anderen Nestern mit Königin und Brut konnte ich feststellen, daß die Sammlerinnen ausschließlich bereits ausgefärbte Nestgenossen fütterten, die sich gerade mit Brutpflege befaßten und somit nicht ausliefen. Diese gaben dann ihrerseits das Futter weiter an Königin, Brut und Jungameisen.

Auf diesem Wege wird also erreicht, daß nicht nur in kurzer Zeit möglichst viel Nahrung ins Nest gebracht wird, sondern diese gesammelte Nahrung auch schnell wieder zur Aufzucht und Erhaltung des ganzen Nestes Verwendung findet.

Aus der großen Fülle der Untersuchungsergebnisse sollten hier nur die Punkte kurz berührt werden, aus denen hervorgeht, wie gut das Mitteilungsvermögen bei unseren *Lasius*arten ausgebildet ist, und wie notwendig dasselbe erscheint, um den Bestand des Gesamtorganismus zu sichern und seine Lebensbedürfnisse zu regulieren, unter denen ja die Blattläuse eine besondere Rolle spielen.

II. Ameisen und Blattläuse in ihren gegenseitigen Beziehungen.

A. Das erste Auftreten von Ameisen und Blattläusen zu Beginn des Frühjahres

(unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Blattlauskoloniegründungen).

Der Ausgangspunkt dieser meiner Betrachtungen waren die Angaben einiger Autoren, die direkt oder indirekt beobachtet haben, daß Aphiden zu Beginn der Blattlauszeit unter ungünstigen Bedingungen, wie heftiges Regenwetter oder tiefe Temperaturen, von den Ameisen in ihre unterirdischen Nester gebracht werden, um sie dann bei besseren Außenbedingungen wieder auf die oberirdischen Pflanzenteile zu tragen.

Ein derartiges Verhalten der Ameisen gegenüber den Aphiden ließe auf einen großen Schutz schließen, den die Aphiden durch die Ameisen genießen. Gleichzeitig wäre diese Feststellung deswegen von großer Bedeutung, weil damit die Ameisen als Verbreiter der Aphiden auf Pflanzen angesprochen werden müßten.

Webster (zit. nach Wheeler, 1910) stellte an den nordamerikanischen *Lasius americanus* und der von ihm besuchten Maiswurzellaus (*Aphis maidiradicis*) folgendes fest: „The young (aphids) are carried out to pasture, as it were, during fair weather, but in bad weather, or in cold nigths, they are taken back to the burrows of the ants" (Wheeler, 1910, S. 354). Desgleichen macht Forbes, nach Jones (1929, S. 11), in seiner Abhandlung: „The Corn Root-Aphid and its Ant Attendant" ähnliche Angaben. Eidmann (1927 [2], S. 540) konnte an *Aphis mali* Fabr. beobachten, daß dieselben, von *Lasius niger* besucht, nur zeitweilig auf den Sträuchern zu sehen waren. Sie verschwanden, um dann einige Stunden später wieder auf ihnen zu erscheinen (8.—10. April). Bei wärmerem Wetter sollen indessen aber die Aphiden auch während der Nächte an den Blättchen verblieben sein. Er sagt an derselben Stelle, daß er einen Transport der Aphiden durch die Ameisen zu dieser Zeit nie gesehen hat. Jedoch hält er das für sehr wahrscheinlich.

Meine Beobachtungen in dieser Richtung an *Lasius niger* mit *Aphis sambuci* und *Lasius brunneus* mit *Doralis fabae* im Garten des Breslauer Botanischen Instistutes stimmen nicht ganz mit denen von Webster, Forbes und Eidmann überein.

Beide Blattlausarten sind nach meinen Beobachtungen nach ihrem ersten Auftreten zu jeder Tages- und Nachtzeit, auch bei schlechtem und kaltem Wetter auf den jungen Blättchen zu finden, selbst dann, wenn die Ameisen infolge der ungünstigen Temperatur und Witterungsverhältnisse schon lange das Nest aufgesucht hatten. So konnte ich bis zu Tiefsttemperaturen von — 1° C (5.—6. April 1936) stets die Aphiden antreffen.

Die letzten Ameisen waren aber bereits bei + 1° C fort. Die Aphiden nahmen zum Schutz bei so niedrigen Temperaturen gewöhnlich einen Platzwechsel vor. Sie zogen sich nämlich an die Basis der noch kaum entfalteten Blättchen zurück, so daß sie nur dann zu sehen waren, wenn ich die Deckblättchen etwas nach außen umbog. Dies Verschwinden ist vermutlich von früheren Autoren als Abtransport durch die Ameisen gedeutet worden. Später wanderten die Tiere dann wieder auf höher gelegene Blatteile zurück und saßen frei da. Einen Transport von Aphiden oder selbständiges Abwandern zum oder vom Ameisennest konnte ich zu dieser Zeit auf keiner der untersuchten Pflanzen feststellen.

Wenn Webster bei *Lasius americanus* und Forbes bei „The Cornfield Ant" Aphidentransporte beobachtet haben, so mag das damit zusammenhängen, daß sich diese Ameisenarten den Aphiden gegenüber ähnlich verhalten wie unser *Lasius flavus*.

Um mir ein klareres Bild über das erste Auftreten der Aphiden im Frühjahr und das Verhalten der Ameisen zu ihnen zu verschaffen, stellte ich folgende Untersuchungen an: Ich hielt die Sträucher (*Sambucus*, *Evonymus* und *Viburnum*), von denen ich aus dem Vorjahre wußte, daß sie von Aphiden befallen waren, seit Mitte Februar unter täglicher Kontrolle.

Es kam mir darauf an festzustellen, ob die zuerst auftretenden Aphiden im Ameisennest überwintert hatten und von dort aus von den Ameisen auf die jungen Blättchen gebracht wurden oder allein dorthin liefen. Andererseits wollte ich auch untersuchen, ob die Aphiden als Ei auf den Sträuchern überwinterten und schließlich bei wärmerem Wetter ausschlüpften, um sich darauf an dem jungen Grün festzusetzen.

Zu diesem Zweck legte ich am 2. April 1936 einige Leimringe um mehrere *Sambucus*- und *Viburnum*-Stämme. Diese wurden so angebracht, daß jeweils ein Teil des Strauches völlig isoliert war, d. h. es konnten auf die isolierten Pflanzenteile weder Ameisen noch Blattläuse durch Hinauflaufen gelangen. Wenn sich also auf diesen abgetrennten Teilen der Sträucher Aphiden zeigten, mußten sie schon vorher auf ihnen in irgendeiner Form vorhanden sein oder als geflügelte Individuen auftreten.

An *Lasius brunneus* mit *Doralis fabae* erzielte ich ein ganz eindeutiges Ergebnis. Die Sträucher waren zu der Zeit, als ich die Leimringe legte (2. April 1936), noch völlig kahl. Bis zu diesem Tage hatten sich weder Ameisen noch Aphiden auf den Sträuchern und dem Erdboden gezeigt. Erst nach acht Tagen, die ersten Blattknospen begannen sich zu öffnen, konnte ich am 10. April 1936 die ersten Aphiden (*Doralis fabae*) am Grunde der jungen Blättchen feststellen. Auf beiden Strauchteilen, den mit und ohne Leimringen, waren die Aphiden gleich stark vertreten. Es waren hier alles kleine bis zu $^1/_2$ mm lange, flügellose Tiere.

Die Aphiden können somit den Strauch nicht durch Hinauflaufen besiedelt haben, auch waren die oberen und unteren Kanten der sechs Zentimeter breiten Leimringe frei von Aphiden. Es gibt hier nur eine

Erklärung: die Aphiden haben wahrscheinlich als Ei auf den Sträuchern an geschützten Stellen überwintert. In den meisten Fällen saß keine Aphide allein, sondern es waren stets mehrere beieinander.

Die ersten wenigen Ameisen zeigten sich auf den Sträuchern und bei den Aphiden erst am 27. April 1936, d. h. 17 Tage später als die Aphiden, und zwar nur auf den freien Pflanzenteilen, während die Aphiden auf den isolierten Teilen auch den ganzen Sommer über keinen Ameisenbesuch aufwiesen. Die F_1-Aphidengeneration zeigte sich auf beiden Teilen am 3. Mai 1936.

Daß die Blattläuse tatsächlich unabhängig von den Ameisen an den Sträuchern auftraten, zeigte ferner folgende Beobachtung:

Der untersuchte *Evonymus* befand sich auf einem von einem Wassergraben umgebenen und aus drei voneinander getrennten Feldern bestehenden Terrain. Die zunächst Mitte März auf diesem Strauch spärlich auftretenden kleinen, flügellosen, bis zu einem halben Millimeter großen Fundatrices von *Doralis fabae* wurden erst dann erstmalig von Ameisen besucht, als ich nach künstlicher Besiedlung eines der drei Felder mit *Lasius fuliginosus* diesen die Möglichkeit dazu gab.

Die anwesenden Aphiden sind also auf keinen Fall von den Ameisen auf den Strauch gebracht worden, sondern haben an ihm überwintert, denn ein Ameisennest, in welchem sie sich hätten aufhalten können, gab es in der näheren Umgebung nicht.

Die Feststellung Eidmanns (1927 [2], S. 539), daß zu Beginn der Blattlauszeit nur große flügellose Aphiden (*Aphis mali* Fabr.) auf den Sträuchern zu finden seien, fand ich an keinem von mir untersuchten Strauch bestätigt.

Der Nachweis, daß auch *Aphis sambuci* draußen im Freien überwintert, war für mich dadurch schwerer zu führen, da hier schon einige Tage vor dem Legen der Leimringe Ameisen (*Lasius niger*) und Aphiden (*Aphis sambuci*) auf den Sträuchern gesehen wurden.

Um aber zu kontrollieren, ob später noch einige Aphiden auf dem Strauch erschienen und ob diese von den Ameisen dorthin gebracht worden sein konnten, isolierte ich trotzdem an einem solchen *Sambucus* (Station D) einen Teil, auf dem sich bereits zwei Aphiden am Grunde einer jungen Blattknospe gezeigt hatten, vom übrigen Strauch, auf dem sich drei Ansammlungen von Aphiden ebenfalls am Grunde junger Blättchen befanden.

Vom 24. März 1936 verfolgte ich schon das Auftreten und Verschwinden der Aphiden, denn an diesem Tage fand ich die ersten an einem Blättchen beieinander sitzenden sechs Fundatrices am Strauch auf. Am 2. April 1936, also an dem Tage, als ich die Leimringe legte, waren auf dem isolierten Teil zwei kleine Aphiden und auf dem freien Teil deren zehn. Letztere verteilten sich auf drei Kolonien zu 4, 4 und 2 Individuen. Sämtliche Aphiden waren auch hier kleine bis zu $^1/_2$ mm lange, ungeflügelte Tiere.

Auf dem isolierten Pflanzenteil stellte sich nach vier Tagen eine neue, die dritte Aphide, an einem anderen Blättchen ein. Diese dritte Blattlaus kann nach meiner Ansicht nur von diesem Teil des *Sambucus* gekommen sein, denn der Leimring konnte nicht überschritten werden. Daß ich die dritte Aphide früher übersehen hätte, halte ich für ausgeschlossen, da ich mir einen kleinen Strauch zur besseren Beobachtung ausgewählt hatte, den ich in kurzer Zeit genau untersuchen und damit auch unter steter Kontrolle halten konnte. Diese drei Aphiden blieben bis zum Auftreten der F_1-Aphidengeneration an diesem Strauchteil die einzigen (27. April 1936).

Die auf dem isolierten Pflanzenteil vorhandenen Aphiden wurden auch während des ganzen Sommers nicht von Ameisen besucht. Sie sollen daher bei der kommenden Betrachtung unberücksichtigt bleiben.

Der erste *Lasius niger*-Arbeiter wurde am 11. März 1936 um 14 Uhr 20 Min. auf dem *Sambucus* gesehen. Am 24. März 1936 zeigten sich sechs beieinandersitzende, kleine flügellose *Aphis sambuci*. Sie wurden aber nicht von Ameisen besucht, obgleich drei Ameisen auf dem Strauch umherliefen. Diese sechs Aphiden (Ort 1) saßen auch zur Nachtzeit und bei Tiefsttemperatur von — 1° C am Grunde einer jungen Blattknospe.

Erst am 26. März 1936 war die erste Ameise (gelb markiert = G) bei den Aphiden von mir gesehen worden. G hielt sich von 16 Uhr 15 Min. bis wenigstens 24 Uhr bei ihnen auf. Am folgenden Tage um 9 Uhr 45 Min. sind die sechs Aphiden allein (+ 9° C). Um 9 Uhr 47 Min. verläßt G das Nest, läuft ein Stück den Stamm aufwärts und kehrt aber dann ins Nest zurück, ohne bei den Blattläusen gewesen zu sein. Im Laufe der folgenden Tage wurden zu gleicher Zeit mehrere Ameisen in Ort 1 gesehen, unter ihnen auch G.

Am 1. April 1936 trat an einer anderen Stelle des Strauches (Ort 2) eine neue Aphidenansammlung von 4 kleinen, $^1/_2$ mm langen, flügellosen Individuen auf. Es waren demnach am 1. April 1936 zehn *Aphis sambuci* auf dem nichtisolierten Strauchteil in zwei Ansammlungen von sechs bezw. vier Individuen vorhanden. Diese Aphiden bildeten den Grundstock für alle später noch auftretenden Ansammlungen, denn es wurden bis zum Auftreten der F_1-Aphidengeneration stets nur diese zehn Blattläuse auf dem Strauch gesehen, obgleich die Anzahl der einzelnen Ansammlungen (Orte) zunahm. Diese Neugründungen von Aphidenkolonien geschahen durch Abwandern der einzelnen Aphiden dieser beiden Ausgangskolonien zu anderen Strauchteilen. Es ist also an den Ausgangskolonien eine Abnahme der Individuenzahl festzustellen. So verringerte sich die Anzahl der Aphiden von Ort 1 von sechs Tieren am 24. März 1936 auf ein Tier am 29. April 1936, welches an diesem Tage die ersten Jungen gebar. Ort 2 hatte am 1. April 1936 vier Aphiden und am 16. April 1936 waren alle abgewandert, so daß an diesem Tage nur noch die abgestreifte Haut der letzten Aphide vorgefunden wurde. Die Wanderung der Blattläuse erfolgte in den meisten Fällen nach voraufgegangeenr Häutung.

Wie ging nun dieses Abwandern vor sich und wo siedelten sich diese abgewanderten Aphiden neu an? Nachstehende Aufstellungen sollen darüber Aufschluß geben:

An Ort 1	waren	am 24. 3. 1936	6 Aphiden	} (Ausgangskolonien)
„ „ 2	„	„ 1. 4. 1936	4 „	}
„ „ 3	„	„ 2. 4. 1936	2 „	(beide von Ort 1 kommend)
„ „ 4	„	„ 4. 4. 1936	2 „	(je eine von Ort 1 und Ort 2)
„ „ 5	war	„ 5. 4. 1936	1 Aphide	(von Ort 1 kommend)
„ „ 6	„	„ 5. 4. 1936	1 „	(von Ort 1 kommend)
„ „ 7	waren	„ 11. 4. 1936	2 Aphiden	(beide von Ort 2 kommend)
„ „ 8	war	„ 14. 4. 1936	1 Aphide	(von Ort 4 kommend)
„ „ 9	waren	„ 17. 4. 1936	2 Aphiden	(je eine von Ort 2 und Ort 6 kommend).

Der Werdegang der Koloniegründungen war also folgender:

Ort 1.

Am 24. 3.	6 Aphiden	(erste Ameise bei den Aphiden am 26. 3. 1936)
„ 2. 4.	4 „	(zwei gründeten Ort 3)
„ 4. 4.	3 „	(eine gründete gem. mit einer von Ort 1 Ort 4)
„ 4. 4.	1 Aphide	(eine gründete Ort 5 und eine Ort 6)
„ 29. 4.	1 „	(Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Ort 2.

Am 1. 4.	4 Aphiden	(erste Ameise bei den Aphiden)
„ 4. 4.	3 „	(eine gründete gem. mit einer von Ort 1 Ort 4)
„ 11. 4.	1 Aphide	(zwei gründeten Ort 7)
„ 16. 4.	0 Aphiden	(eine gründete gem. mit einer von Ort 6 Ort 9).

Ort 3.

Am 2. 4. 2 Aphiden (Gründer: 2 Aphiden von Ort 1)
„ 29. 4. 2 „ (Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Ort 4.

Am 4. 4. 2 Aphiden (Gründer: je eine von Ort 1 und Ort 2)
„ 14. 4. 1 Aphide (eine gründete Ort 8)
„ 26. 4. 1 „ (Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Ort 5.

Am 5. 4. 1 Aphide (Gründer: eine Aphide von Ort 1)
„ 28. 4. 1 „ (Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Ort 6.

Am 5. 4. 1 Aphide (Gründer: eine Aphide von Ort 1)
„ 16. 4. 0 Aphiden (leere Aphidenhaut vorhanden, eine gründete Ort 9).

Ort 7.

Am 11. 4. 2 Aphiden (Gründer: zwei Aphiden von Ort 2)
„ 29. 4. 2 „ (Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Ort 8.

Am 14. 4. 1 Aphide (Gründer: eine Aphide von Ort 4)
„ 24. 4. 1 „ (Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Ort 9.

Am 17. 4. 2 Aphiden (Gründer: eine von Ort 2 und eine von Ort 6)
„ 2. 5. 2 „ (Auftreten der F_1-Aphidengeneration).

Bei der Betrachtung der einzelnen Aphidenkolonien für sich ist eine Abnahme der Individuenzahl an den Kolonien, die Aphiden zur Neugründung von Kolonien entsandten, zu sehen.

Die Aphiden wanderten also selbständig, gewöhnlich nach vorausgegangener Häutung zu anderen Pflanzenteilen ab. Farbmarkierung der Aphiden erwies sich als zwecklos, da mit der alten Haut gleichzeitig auch die Farbe mit abgestreift wurde. Es waren somit die Aphiden nicht über allzu lange Zeit genau zu verfolgen. In einigen Fällen war ich Zeuge davon, daß die Aphiden nicht von den Ameisen transportiert wurden, sondern allein ihre Wanderungen antraten. Solche wandernden Aphiden konnten natürlich auf Ameisen treffen, aber sie wurden dann entweder gar nicht von ihnen beachtet oder nur ganz kurze Zeit mit den Fühlern betrillert und verfolgt. Jedoch waren die Aphiden, da sie kein Sekret abgaben, recht bald wieder sich allein überlassen. Die Ameisen sind also nicht als Verbreiter der Aphiden zu betrachten.

Nach dem Auftreten der F_1-Aphidengeneration war das Verfolgen der einzelnen Aphiden gänzlich unmöglich, da Mitte Mai eine allgemeine Wanderung einsetzte, worauf dann die Sträucher zahlreiche Aphidenansammlungen aufwiesen.

Da sich auf dem isolierten Teil des *Sambucus* nach Anlegen des Leimringes noch eine weitere Aphide zeigte, da ferner die Anzahl der Aphiden auf dem freien Pflanzenteil bis zum Erscheinen der ersten Nachkommen konstant blieb, also bestimmt kein Zuzug aus dem Ameisennest erfolgte, und schließlich auch die ersten Aphiden alles kleine flügellose

Individuen waren, kann auch hier, wie für *Doralis fabae* auf *Evonymus* und *Viburnum*, gesagt werden, daß *Aphis sambuci* nicht im Ameisennest, sondern draußen im Freien auf den Sträuchern wahrscheinlich als Ei überwintert. — Als solche geschützten Stellen betrachte ich Asthöhlungen, Spalten und Risse der Rinde und Borke, ja sogar die Blattknospen selbst. Daß diese letzte Vermutung zu Recht besteht, soll später noch gezeigt werden. Es wurde auch während der gesamten Beobachtungszeit nie eine Aphide auf dem geglätteten Erdboden oder an den unteren Teilen der Sträucher gesehen, wie es Eidmann (1927, [2] S. 539) bei *Aphis mali* Fabr. gefunden hat.

Die Untersuchungen an den übrigen Sträuchern lieferten dasselbe Ergebnis. Daß die ersten Aphiden in kleinen Ansammlungen beieinander sitzen, führe ich darauf zurück, daß diese gemeinsam an gut geschützten Stellen die Winterkälte überdauert haben. Die an weniger gut geschützten Orten gelegenen Aphideneier mögen den Unbilden des Winters zum Opfer gefallen sein. So ist es auch zu erklären, daß zu Beginn des Frühjahres nur wenige Aphiden auf den Pflanzen auftreten. Hätten sie im Ameisennest überwintert, so müßten bestimmt, zumal wenn die Aphiden von den Ameisen auf die jungen Blättchen getragen würden, größere Mengen zu Beginn der wärmer werdenden Jahreszeit an den oberirdischen Pflanzenteilen zu sehen sein, da dieselben doch keineswegs den ungünstigen äußeren Bedingungen ausgesetzt wären.

Daß in Ameisennestern Aphideneier und deren Imagines vorhanden sein können, ist in der Literatur häufig erwähnt worden. So fand beispielsweise Eidmann (1927, [2] S. 538/539) Ende März und Anfang April in Nestern von *Lasius niger* kleine und große, grüne, flügellose Aphiden auf der Unterseite von Steinen, die das Nest bedeckten. Jedoch handelte es sich nach seinen Angaben nicht um *Aphis mali*, die er mit *Lasius niger* an oberirdischen Pflanzenteilen untersucht hatte, sondern um eine andere, nicht näher angegebene Art, die keine Siphonen besitzt und fünfgliederige Fühler hat. Mordwilko (1907, [1] S. 221) fand an den Wurzeln von *Artemisia campestris* und *vulgaris* sowie an denen von *Cichorium intybus* Aphiden der Art *Trama radicis*, die beim Herausziehen der Pflanzen von der gelben Ameise (*Lasius flavus*?) ergriffen und wieder unter die Erde gezerrt wurden. Nach Mordwilko (1907, [1]) beobachteten Del Guercio und Schouteden in den Nestern von *Lasius flavus* Eier von *Trama radicis* und von *Aphis plantaginis*. Huber (1810), sowie Lubbock (1883) haben schon sehr früh die Tatsache festgestellt, daß *Lasius flavus* Aphideneier in seinen Nestern beherbergt. Leider ist aus der Literatur nicht zu ersehen, von welchen Aphidenarten diese Eier stammten.

Tanquary fand (n. Jones, 1929) in einem einzigen Eipaket 894 Aphideneier, die von der Ameisenbrut gesondert lagen. Es waren aber mehrere solcher Eipakete vorhanden, so daß demnach viele tausend Aphiden in dieser Form im Ameisennest überwinterten. Leider gibt er nicht an, um welche Ameisen und Aphiden es sich dabei handelt. Ich glaube aber nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, daß es auch hier *Lasius flavus* war, denn nur bei dieser Form sind bisher Aphideneier gefunden worden.

Ganz im Einklang dazu stehen auch die Ergebnisse der Untersuchungen Mordwilkos, die er anstellte über die Pflege, die verschiedene Ameisenarten den Eiern von *Stomaphis* angedeihen lassen (1907, [1 u. 2]). Während nach ihm nur *Lasius flavus* die gebotenen Aphideneier annahm und dem Sonnenlicht entzog, kümmerten sich *Lasius niger*, *Lasius brunneus* und *Lasius umbratus* nicht um die Eier.

Bei den hier gemachten Feststellungen muß immer wieder betont werden, daß es sich bei meinen Untersuchungen um *Lasius niger*, *Lasius fuliginosus* und *Lasius brunneus* handelt, denn *Lasius flavus* nimmt in Bezug auf Behandlung und Pflege der Aphiden und deren Eier eine Sonderstellung ein, während die von mir untersuchten Ameisenarten wenigstens unter unseren einheimischen *Lasius*-Arten zu dem Normalfall gehören, d. h. die Aphiden hauptsächlich wegen ihrer süßen Sekrete aufsuchen und sich nicht mit der Pflege der Blattläuse oder ihrer Eier befassen.

Die Fortpflanzungsweise der von mir untersuchten Blattläuse läßt es auch als unmöglich erscheinen, daß die Aphiden und deren Eier im Ameisennest überwintern, und somit auch nicht von den Ameisen zu Beginn des Frühjahres auf die Sträucher getragen und dort verteilt werden, sondern spricht ganz dafür, daß die jungen Aphiden erst auf den Sträuchern von den Ameisen entdeckt werden müssen.

Den endgültigen Beweis dafür, daß ich zu diesen Behauptungen berechtigt bin, konnte ich aber erst im Spätherbst des Jahres 1936 erbringen.

Doralis fabae auf *Viburnum* wurde nach Auftreten der Sexupares (Mitte September), die schon nach kurzer Zeit eine kleine Schar vivipar erzeugter Sexuales aufwiesen, nicht mehr von *Lasius brunneus* besucht. Am 20. November, der erste Schnee war bereits gefallen, fand ich keine Aphiden mehr an diesen Sträuchern vor, wohl aber Eier von *Doralis fabae*. Sie waren bereits nachgedunkelt und schwarzglänzend, hatten eine Länge von 0,6 bis 0,8 mm und eine Breite von 0,3 bis 0,5 mm, und waren jeweils zu mehreren an den Außenseiten der Deckblättchen nächstjähriger Blattknospen befestigt. Aus der dunklen Färbung ist zu ersehen, daß diese Eier bereits einige Tage früher abgelegt worden sein müssen. Sie sind nur von mir nicht gefunden worden, da sie sich zu wenig von den Pflanzenteilen abhoben.

Abb. 9.
Geflügelte *Aphis sambuci* am 20. November. In der Astgabel Schnee. (Phot. Krätzig.)

Am *Sambucus* (Station D) stellten sich Mitte September die ersten geflügelten Sexupares von *Aphis sambuci* ein, obgleich hier während des ganzen Sommers ungeflügelte Aphiden, wenn auch zeitweise nur in geringer Zahl, angetroffen wurden, im Gegensatz zu Sträuchern anderer Arten, die im Spätsommer (August) keinen Aphidenbefall hatten. Wie zu-

letzt am 28. Oktober festgestellt, wurden *Aphis sambuci* und die von den Sexupares vivipar erzeugten Sexuales noch von *Lasius niger* besucht. Beim Schneefall am 26. November 1936 waren noch geflügelte und ungeflügelte *Aphis sambuci* am Strauch in D zu sehen (Abb. 9 u. 10). Jedoch konnte ich noch keine Aphideneier finden. Am 28. November entschloß ich mich, einige lebende Sexuales von *Aphis sambuci* zu öffnen. Im Innern dieser Tiere fand ich jeweils 3—5 moosgrüne Eier. Es wurde damit festgestellt, daß *Aphis sambuci* noch nicht zur Eiablage geschritten war. Erst am 7. Dezember (+ 2,5° C) fand ich dann außen an den Deckblättchen einer nächstjährigen Blattknospe einige grüne Eier von *Aphis sambuci* neben der Hülle des abgestorbenen Muttertieres. Es waren aber noch einige andere Individuen dieser Aphidenart am bereits entlaubten Strauch, — sie saßen alle an der Außenseite der Deckblättchen nächstjähriger Blattknospen — die aber ihre Eier noch nicht abgelegt hatten. *Aphis sambuci* kommt also erst sehr spät zur Eiablage (vgl. Weber, 1935). Am 15. Dezember waren die abgelegten Eier bereits nachgedunkelt und wiesen wie die Eier von *Doralis fabae* eine intensiv schwarzglänzende Färbung auf. Auch die Größenverhältnisse waren dieselben.

Abb. 10. Geflügelte und ungeflügelte *Aphis sambuci*. Vergrößerter Ausschnitt von Abb. 9. (Phot. Krätzig.)

Die Eier von *Doralis fabae* am *Evonymus* fand ich leider nicht, aber selbst, wenn diese am *Evonymus* abgelegt worden sind, können sie nicht von *Lasius fuliginosus* gesammelt worden sein, da das ganze Nest schon lange vor Erscheinen der Sexupares in den benachbarten Botanischen Garten abgewandert war, so daß also die Sexupares und die von ihnen erzeugten Sexuales überhaupt nicht mehr von Ameisen besucht wurden.

Es traten also auf *Sambucus* sowie auf *Viburnum* die Aphideneier erst eine ganz geraume Zeit nach dem letzten Ameisenbesuch auf, so daß es demnach auch vollkommen ausgeschlossen ist, daß die Ameisen diese Aphideneier sammelten, um sie in ihre Erdnester zu bringen.

Ich komme also zu dem Schluß: Wenn im Herbst die Sexupares von den Zwischenpflanzen auf die Hauptpflanzen zurückkehren, und wenn dort nach mehreren Generationen erst Eier abgelegt werden, haben sich die Ameisen schon lange in die Erde zurückgezogen. Es werden also die abgelegten Aphideneier gar nicht von den Ameisen aufgefunden, und

sie sind daher auch gezwungen, draußen im Freien zu überwintern. Ein Teil dieser Eier mag schließlich der Winterkälte zum Opfer fallen und eingehen. Nur die an geschützten Pflanzenteilen abgelegten Eier überdauern den Winter und entlassen zu Beginn der wärmer werdenden Jahreszeit Fundatrices, die zu viviparen Weibchen heranwachsen. Diese ausgeschlüpften Aphiden werden dann ihrerseits erst von den wiedererwachten Ameisen an den oberirdischen Pflanzenteilen aufgefunden und dann gemolken.

All diese Umstände machen es sehr unwahrscheinlich, daß die Ameisen die Eier der Blattläuse zum Nest bringen, von wo aus dann im Frühjahr die jungen Aphiden auf die Pflanzen getragen werden sollen. Die Aphideneier überwintern also vielmehr im Freien, und es war mir deshalb auch möglich, an den durch Leimringe abgetrennten Pflanzenteilen im Frühjahr junge Blattläuse zu finden. Ganz davon abgesehen kümmern sich aber auch die von mir untersuchten Ameisen nicht im geringsten um die Aphideneier.

Fassen wir das Gesagte noch einmal kurz zusammen:

1. Die jungen Aphiden bleiben auch im Frühjahr während ungünstiger Witterungsverhältnisse auf den Sträuchern. Sie nehmen dann nur gewöhnlich selbständig einen Platzwechsel in das Innere der Blattknospen vor. Die Ameisen, die bei schlechter Witterung das Erdnest aufsuchen, lassen also die Aphiden an den Pflanzen.
2. Durch Leimringversuche konnte ich nachweisen, daß die Fundatrices der Aphiden aus den Eiern, die an den Sträuchern überwintert haben, im Frühjahr ausschlüpfen.
3. Die ersten im Frühjahr auftretenden Aphiden sind stets kleine, bis zu $^1/_2$ mm lange, flügellose Individuen.
4. Die Aphiden verbreiten sich gewöhnlich nach voraufgegangener Häutung allein zur Bildung neuer Kolonien.
5. Die untersuchten Ameisenarten sind nicht als Verbreiter der Aphiden auf den Pflanzen anzusehen.
6. Nur *Lasius flavus* sammelt und pflegt Aphideneier.
7. Die Aphiden legen ihre Eier erst im Spätherbst (November bis Dezember) ab, und zwar an den Außenseiten der Deckblättchen nächstjähriger Blattknospen.
8. Schon lange Zeit vor der Eiablage der Aphiden haben die Ameisen ihr Nest zur Winterruhe aufgesucht, so daß es ihnen unmöglich ist, die Aphideneier abzusammeln und zur Überwinterung in ihr Erdnest zu bringen.

B. Wächterdienst und Schutz der Blattläuse durch Ameisen.

Der Wächterdienst, den *Lasius niger* nach Eidmann (1927, S. 540 bis 544) bei *Aphis mali* Fabr. ausüben soll, war auch Gegenstand meiner Untersuchungen. Allgemein ist dazu zu sagen, daß ich seine Beobachtungen

zu Beginn der Blattlausperiode über die lange Anwesenheit einzelner Ameisen bei den Aphiden völlig bestätigt fand. Von einem ausgesprochenen Wächterdienst zu reden, kann ich mich indessen nicht entschließen.

Meine Beobachtungen waren folgende: Am Anfang des Frühjahres zu der Zeit, als die ersten Blattläuse auf den Sträuchern erschienen, war es mir möglich, das Verhältnis von *Lasius niger* zu *Aphis sambuci*, sowie von *Lasius brunneus* zu *Doralis fabae* an mehreren Stellen längere Zeit in Tag- und Nachtbeobachtungen näher kennen zu lernen.

Ich stellte dabei Untersuchungen an:

1. über die Dauer der Zeit, die eine Ameise zu dieser Jahreszeit bei den Aphiden zubringt, ehe sie das Nest wieder aufsucht,
2. ob diese Zeit zu den verschiedenen Monaten des Jahres die gleiche ist,
3. ob nur eine oder mehrere Ameisen die wenigen Blattläuse aufsuchen,
4. über einige andere Fragen, die im Zusammenhang mit dem „Blattlauswächter" gestellt werden können.

Aus meinen Protokollen geht eindeutig hervor, daß im Frühjahr, also zu Beginn der Blattlauszeit, die Ameisen erheblich länger bei den Aphiden anwesend sind als im Sommer. Sie können nicht nur während des Tages, sondern in gleicher Weise auch während der Nacht bei den Aphiden sein. Nur bei heftigem und lange anhaltendem Regenwetter, sowie bei Temperturen unter $+1^{0}$ C war nirgendwo eine Ameise bei den Blattläusen mehr zu sehen; solche ungünstigen äußeren Bedingungen veranlaßten sie, das Nest aufzusuchen. In derartigen Fällen blieben die Blattläuse stets sich selbst überlassen; sie wurden niemals ins Nest mitgenommen.

Bei gutem Wetter mit Temperaturen über $+1^{0}$ C konnten Ameisen bis zu 16 Stunden durchgehend bei den Blattläusen verweilen. In den meisten Fällen aber hielt sich ein und dieselbe Ameise nur 6—8 Stunden dort auf. Gleichfalls blieben nur ganz selten Ameisen bei der Temperatur von $+1^{0}$ C noch auf den Sträuchern; gewöhnlich liefen die letzten schon bei $+4^{0}$ bis $+6^{0}$ C zum Nest. Es ließ sich auch feststellen, daß es Ameisen gab, die sich recht lange bei den Aphiden aufhielten, dann ins Nest zurückkehrten, um innerhalb weniger Stunden wieder auf den Pflanzen bei den Blattläusen zu erscheinen. Jedoch waren solche Fälle recht selten. Der gewöhnlichste Fall war der, daß sich die Ameise nur tagsüber bei den Blattläusen aufhielt, während sich zur Nachtzeit entweder andere Ameisen bei denselben einfanden oder auch keine.

Was veranlaßte nun die Ameisen, gerade im Frühling solange bei den Aphiden auszuharren?

Nach meinen Beobachtungen verläßt eine Ameise erst nach Kropffüllung die Aphiden, vorausgesetzt daß nicht aus oben genannten Gründen ein vorzeitiges Aufsuchen des Nestes eintritt. Im Frühling sind nun die Blattläuse sehr klein und sondern somit nur Sekrettröpfchen von geringer Größe ab. Es muß also eine Ameise sehr viele solcher Tröpfchen aufnehmen, ehe ihr Kropf gefüllt ist. Außerdem sind die Zeitabstände, in

denen diese kleinen Tröpfchen abgegeben werden, verhältnismäßig groß (1—3 Tröpfchen von *Aphis sambuci* je Std.), da bei jungen Blattläusen der Stoffwechsel geringer ist als bei erwachsenen Individuen und außerdem mehr Stoffe zum Wachstum benötigt werden.

Aus beiden Gründen ist also eine Ameise genötigt, verhältnismäßig lange bei den Aphiden zu bleiben, wenn sie ihren Kropf füllen will. Nur äußerst selten wurde aber gesehen, daß eine Ameise ihren Kropf so prall mit Sekret füllt, wie das im Sommer zu beobachten ist.

Es muß eine Ameise um so länger bei den Aphiden aushalten, je weniger Aphiden da sind und je mehr Ameisen sie gleichzeitig besuchen.

Recht häufig kam es vor, daß die kenntlich gemachten Ameisen 1—3 Tage und noch mehr nicht gesehen wurden und schließlich doch wieder bei den Blattläusen erschienen. Während ihrer Abwesenheit waren dann andere Ameisen anwesend.

Aus den zuletzt genannten Beobachtungen geht hervor, daß sich nicht nur eine Ameise bei jeder Aphide oder Aphidenansammlung, die sie längere Zeit hindurch aufsuchte, einstellte, sondern daß jeweils mehrere Ameisen zu den Aphiden kamen. Der Wächterdienst ist also nicht, wie Eidmann meint, soweit ausgebildet, daß zu jeder Blattlaus ein ganz bestimmter Wächter oder Hirte gehört. Dies zeigt auch nachstehende Übersicht; sie läßt erkennen, wie die Ameisenverteilung bei den Beobachtungskolonien war, und wieviel verschiedene Ameisen innerhalb der beobachteten Zeit bei den Blattläusen gesehen wurden.

Beobachtungsort	Beobachtungsdauer	Anzahl der Aphiden am Anfang	Anzahl der Aphiden am Ende	Anzahl der verschiedenen Ameisen, die bei den Aphiden gesehen wurden
D1	35 Tage	6	$1 + F_1$	24
D2	17 „	4	0	19
D3	28 „	2	$2 + F_1$	13
D4	24 „	2	$1 + F_1$	13
D5	29 „	1	$1 + F_1$	16
D6	10 „	1	0	0
D7	19 „	2	$2 + F_1$	12
D8	16 „	1	$1 + F_1$	14
D9	13 „	2	2	5
E1	13 „	1	0	0
E2	5 „	1	0	0
F1	19 „	2	0	15
F2	6 „	1	$1 + F_1$	15
G1	13 „	3	$3 + F_1$	16
G2	13 „	1	$1 + F_1$	23
G3	10 „	2	$2 + F_1$	32

Aus der obigen Zusammenstellung geht auch hervor, daß sich, wenn auch nicht gleichzeitig, um so mehr Ameisen bei den Aphiden einstellten,

je größer die Anzahl der Aphiden war. Einige der Aphiden sind nachweislich nie von Ameisen besucht worden. Dieser Umstand läßt schon darauf schließen, daß die Ameisen die Blattläuse bestimmt nicht auf die Weideplätze getragen haben, sonst hätten sich sicherlich Ameisen bei ihnen gezeigt. Es hatten die Ameisen die Existenz dieser Aphiden einfach noch nicht entdeckt und ließen sie unbesucht, wie das auch oft bei anderen Futterstellen der Fall ist (vgl. Goetsch bei *Pheidole*, 1934 [3]).

Außerdem zeigt diese Aufstellung, daß die Zahl der verschiedenen Ameisen dann besonders stark zunimmt, sobald die F_1-Aphidengeneration auftritt So wurde, um nur ein Beispiel herauszugreifen, nach meinen Beobachtungen die allein sitzende Aphide in D5 innerhalb von 29 Tagen von 16 verschiedenen Ameisen aufgesucht, während sich in D8 innerhalb von 16 Tagen bei Anwesenheit von einer großen und acht jungen Aphiden 14 verschiedene Ameisen zeigten.

Was hat nun die bei den Aphiden anwesende Ameise für eine Aufgabe? Schon die oberflächliche Beobachtung läßt erkennen, daß das ausgeschiedene Sekret aufgesammelt wird und die Ameise die Aphide von Zeit zu Zeit betrillert. In der Zwischenzeit untersucht sie die umliegenden Strauchteile. Sie sammelt also Sekret, um dasselbe nach Kropffüllung ins Nest zu tragen. Damit ist aber nach meiner Auffassung schon der Hauptaufgabenkreis einer solchen Ameise umrissen. Sämtliche anderen Tätigkeiten, die diesen „Wächtern" zugeschrieben werden, sind Erscheinungen sekundärer Art. Hierher gehören vor allen Dingen das Behüten und Bewachen der Aphiden und die große Sorgfalt, die die Ameisen denselben angedeihen lassen sollen. Es ist bekannt, daß die Ameisen eine gefundene Nahrungsquelle als ihr Eigentum betrachten und dieselbe gegen äußere Eingriffe verteidigen. Goetsch (1934 [3]) beschrieb beispielsweise einen Kampf, den einige *Formica gagates* bei einem entdeckten Marmeladetropfen gegen eine Wespe (*Vespa germanica*) führten. Auch ich konnte solche Vorgänge im Kunstnest beobachten. Hatten die Ameisen z. B. gereichtes Zuckerwasser gefunden, so gingen sie in der Regel gleich zum Angriff über, sobald ich mit einem Gegenstand in ihre Nähe kam. Sie liefen mit geöffneten Mandibeln erregt umher und versuchten, sich an dem Gegenstand festzubeißen. Offenbar fühlten sich die Ameisen angegriffen und verteidigten sich und somit auch gleichzeitig die Nahrungsquelle. Genau so wurden Ameisen anderer Art angefallen, wenn ich sie zum Futtergläschen setzte. Jedoch verhielten sich Ameisen nicht nur anderer Art, sondern sogar desselben Nestes ganz verschieden. Einige liefen gleich bei der geringsten Störung fort, während andere sofort angriffen. Jones (1929, S. 25) kommt zu demselben Resultat. Die Angriffslust ist also individuell verschieden. Bei meinen Untersuchungen erwiesen sich *Lasius niger* und *Iridomyrmex humilis* in Kunstnestern wie im Freien viel angriffsfreudiger als *Lasius fuliginosus* und *brunneus*, die sich zu solchen psychologischen Versuchen viel schlechter eigneten. Auch zwischen

Lasius fuliginosus und *brunneus* bestehen noch Unterschiede. Während *Lasius fuliginosus* im Freien wenigstens noch in den meisten Fällen angriff, lief *brunneus* fast ausnahmslos schon bei den geringfügigsten Störungen ins Nest.

Lasius niger blieb in den weitaus meisten Fällen bei geringer Störung bei den Aphiden. Nur wenn die Störung stärker war oder längere Zeit anhielt, liefen auch die angriffslustigen *Niger*arbeiter fort. Jedoch wurde in keinem der Fälle festgestellt, daß eine der anwesenden Aphiden mitgenommen wurde, um sie an einer anderen Stelle wieder abzusetzen. Es wurden vielmehr die Aphiden allein gelassen, so wie das auch bei niedrigen Temperaturen und längerem Regen der Fall war. Wenn also die Ameisen den Aphiden so großen Schutz gewähren sollen, wie es häufig angegeben wird, so müßten sie doch wenigstens den Versuch machen, die Aphiden auf ihrer Flucht mitzunehmen, um sie in Sicherheit zu bringen. Dies wurde aber nie festgestellt.

Dadurch daß die Ameise einen Eindringling angreift und vertreibt, gewinnt man leicht die Ansicht, daß sie in erster Linie „ihr Vieh", d. h. die Aphiden, verteidigt. Genau so greifen aber die Ameisen, wie wir sehen, auch einen Fremdkörper an, der ihnen beim Ausbeuten irgendeiner anderen Nahrungsquelle vorgehalten wird. Ja, es wurden sogar Aphiden von den Ameisen ergriffen und getötet, die ich ihnen bei der Blattlauskolonie oder beim Zuckerwasser vorhielt. Dieses Verhalten zeigt, daß die Ameisen die Blattläuse unter besonderen Umständen töten, sie also nicht mehr freundschaftlich behandeln, sondern sie als Feinde betrachten, gegen die sie sich wehren. Dasselbe erreichte ich auch, wenn ich den Ameisen Dipteren, kleine Käfer usw. unter denselben Umständen statt der Aphiden vorhielt, und wie diese wurden dann auch die getöteten Aphiden ins Nest eingetragen.

Diese Angriffe erfolgten um so energischer und heftiger, je größer die Geschwindigkeit war, mit welcher der Fremdkörper genähert wurde. Wenn ich eine Nadel sehr langsam an die Futterstelle oder zu den Aphiden brachte, so wurde dieselbe kaum beachtet, und die Ameisen ließen sich beim Aufsaugen der Nahrung nicht stören. Es konnte auch von mir festgestellt werden, daß die Angriffslust mit der Größe der Nahrungsquelle oder der Aphidenzahl, sowie bei Anwesenheit mehrerer Ameisen zunahm. Damit fand sich auch die Feststellung anderer Beobachter bestätigt. So sagt auch beispielsweise Goetsch (1928, S. 398), daß ein Zusammensein mit Nestgenossen den Tieren stets ein Gefühl der Sicherheit gibt, so daß wir Ameisen in größerer Ansammlung immer mutiger finden, als wenn sie allein sind.

Dadurch daß in der Regel nur schnell bewegliche Fremdkörper von den Ameisen angegriffen werden, ist es auch zu erklären, daß speziell die trägen Coccinellidenlarven, die sich in großen Mengen bei den Aphidenkolonien einstellten, von den Ameisen nicht gestört wurden, wenn sie sich über deren „Vieh" hermachten und es auffraßen. Es saßen vielmehr die

Ameisen friedlich neben diesen Coccinellidenlarven, und nie konnte ich sehen, daß eine dieser Larven oder deren Imagines von den Ameisen in ihrem Freßgeschäft ernstlich gestört worden wäre entgegen der Ansicht von Büsgen (1891, S. 80). Auch die Erscheinung, daß gegen Ende der Blattlauszeit an Blättern und Zweigen der Pflanzen große Mengen von Blattlausmumien zurückbleiben — so nennt Büsgen (1891, S. 67) die leeren Blattlaushüllen, aus denen Schlupfwespenlarven ausgekrochen sind — besagt, daß der Schutz der Aphiden durch die Ameisen nicht groß sein kann, denn die Schlupfwespen hatten sehr viele Aphiden mit Eiern belegt.

Nach meinen Beobachtungen war der Prozentsatz der Blattlausmumien, sowie der Blattlausfeinde überhaupt, auf Pflanzen, die von Ameisen besucht wurden, fast genau so groß, wie an solchen ohne Ameisenbesuch. Es waren also in beiden Fällen gleichviel Blattläuse mit Eiern von Blattlausfeinden, speziell der Schlupfwespen, belegt worden. Allerdings griffen die Ameisen die Schlupfwespen energisch an und vertrieben sie nach Möglichkeit oder bissen sie tot, wenn sie, was nur selten gelang, diese schnellen und gewandten Tiere einfingen. Gleichzeitig zeigt auch dieser Fall, daß die Ameisen auf schnell bewegliche Körper eher und besser reagieren als auf träge.

Meine Beobachtungen decken sich also mit denen von Mordwilko (1907 [2], S. 238): „Selbst die mehr oder weniger tapferen *Lasius niger* bringen den Blattläusen verhältnismäßig wenig Nutzen durch den Schutz der letzteren vor Feinden, indem sie solchen wenig oder fast gar keine Beachtung schenken. So fand ich häufig Blattläuse der Arten *Aphis sambuci* L., *evonymi*, *papaveris* Fabr., welche von *Lasius niger* aufgesucht wurden und dennoch der Vertilgung durch Larven von Syrphiden und Marienkäferchen, sowie durch die Käfer dieser Art anheimfielen." Und ich möchte hier die Tatsache mit hineinfügen, daß man diese Beobachtungen von Mordwilko auch auf *Lasius fuliginosus* und *brunneus* ausdehnen kann.

Goetsch (1934 [3], S. 392) faßt seine Ergebnisse über den Blattlauswächterdienst von *Lasius* und *Formica* dahingehend zusammen, daß er sagt: „Das, was als eine ganz besondere zweckmäßige Anpassung an das Halten von Melktieren erscheint, ist demnach eine nur etwas weitere Ausbildung von Instinkten und Gewohnheiten leblosem Futter gegenüber, das gefunden und bis zur völligen Ausnutzung als ‚Eigentum' bewacht und verteidigt wird."

C. Transport von Blattläusen durch Ameisen.

Wenn ich in einem früheren Teil der Arbeit darlegte, daß die Aphiden von den Ameisen nicht getragen würden, so bezog sich diese Tatsache nur auf die Zeit zu Beginn der Blattlausperiode, also von Ende März bis Anfang Mai, d. h. bis zu der Zeit, wo durch Auftreten der F_1-Aphidengeneration sich die Anzahl der Blattläuse erheblich steigerte.

Von Mitte Mai ab konnte ich aber täglich große Blattlaustransporte feststellen. Auch Eidmann (1927 [2], S. 540) machte zu dieser Zeit ähnliche Beobachtungen. Jedoch kann ich seine Vermutung, daß diese Blattläuse von den Ameisen an andere Pflanzenteile gebracht werden sollten, nicht unterstreichen, denn in fast allen Fällen ergab die Untersuchung, daß die abtransportierten Aphiden tot waren. Nur wenige dieser Blattläuse gaben noch schwache Lebenszeichen von sich, sodaß in 90 bis 95 % aller festgestellten Fälle nur tote Aphiden ins Nest getragen wurden.

Daß Blattläuse im Freien von Ameisen getötet werden, konnte ich öfters selbst beobachten. Dieses geschah tatsächlich gewöhnlich dann, wenn sich Schlupfwespen den Aphiden näherten, um sie mit Eiern zu belegen. Die Aphiden wurden dadurch sehr beunruhigt und schnellten ihren Körper, die Saugborste als Achse benutzend, bis zu 180 ° herum, so daß sie dann der Schlupfwespe fast ihren Kopf zuwandten. Dabei ließen sie ein Tröpfchen ihres wachshaltigen Sekretes aus den Abdominalröhrchen austreten. Kam nun eine in der Nähe weilende Ameise mit diesem Sekret in Berührung, so wurde ihre Erregung, die schon das Herumschnellen der Aphiden hervorgerufen hatte, noch gesteigert. Sie stürzte sich dann auf diese Aphide und biß mit ihren Mandibeln fest zu. Darauf bog sie ihre Abdomenspitze nach vorn und bedeckte diese Aphide mit ihrem Giftsekret. Nachdem die Aphide nun getötet worden war, wurde sie ins Nest gebracht, selbst dann wenn sich außer dieser Ameise keine andere mehr bei der betreffenden Aphidenkolonie aufhielt, so daß dadurch alle anderen Blattläuse allein zurückblieben. Dieselben Beobachtungen machte ich nicht nur im Freien, sondern auch in Kunstnestern.

Dort wie hier war es mir sogar möglich, Aphidentransporte experimentell zu veranlassen. Zu dem Zwecke brauchte ich einer der Ameisen an der Aphidenkolonie oder am Futterschälchen nur eine lebende Blattlaus vorzuhalten. Diese wurde dann gleich ergriffen, getötet und ins Nest gebracht. Mit lebenden, kleinen Dipteren konnte ich genau dasselbe erreichen. Es verhielten sich also die Ameisen in solchen Fällen gegen die Aphiden so wie gegen andere Kleintiere.

Diese Versuche gelangen mir bei *Lasius niger*, *fuliginosus*, *brunneus* und *Iridomyrmex humilis* und den verschiedensten Aphidenarten am besten dann, wenn die Ameisen in einem bestimmten Erregungszustand waren. Die Größe des Erregungszustandes hing von der einzelnen Ameise und ihrem Temperament ab. Es genügte in einigen Fällen schon der durch Alarm der Finderin einer Nahrungsquelle ausgelöste Erregungszustand.

Einen solchen Alarm konnte ich durch Reichen von Zuckerwasser hervorrufen. Am 23. Juli 1936 führte ich im Kunstnest Nr. 2, in welchem ich *Lasius niger* nebst Königin und Brut hielt, folgenden Versuch durch:

Einem *Lasius niger*-Arbeiter bot ich auf einem Gläschen Zuckerwasser. Er füllte seinen Kropf und lief spurend zum Nest, wo er beim Auftreffen auf Nestgenossen im

2. Nestfach alarmierte. Noch ehe die ersten Alarmierten ausliefen, vertauschte ich das Zuckerwasserschälchen mit einem anderen, auf dem sich sechs tote und sechs lebende Aphiden (*Aphis sambuci*), sowie neun kleine, tote Dipteren befanden. Bald hatten 6—8 Alarmierte die Arena erreicht und fanden recht schnell unter Benutzung der von der Finderameise gelegten Spur zum ausgewechselten Futterschälchen. Dort angelangt wurden Dipteren und Aphiden zunächst mit den Fühlern abgetastet. Schließlich trugen aber die Ameisen einige Dipteren zum Nest. Erst als Nr. 27 zum Futtergläschen kam, wurde von ihr die erste Aphide mit den Mandibeln erfaßt und ins Nest getragen, obgleich noch einige Dipteren vorhanden waren. Während bei diesem Versuch keine der anderen Ameisen eine Aphide zum Nest trug, kehrte aber Nr. 27 noch sechsmal zurück und nahm jeweils eine Aphide mit ins Nest. Nr. 27 trug insgesamt sieben Blattläuse ein, und zwar tote und lebende wahllos durcheinander, so beim 1., 4., 5. und 6. Gang je eine tote, beim 2., 3. und 7. Gang je eine lebende. Darauf kam Nr. 27 nicht wieder, sondern blieb im Nest. Von den 12 Aphiden waren demnach noch zwei tote und drei lebende Individuen in der Arena.

Dieser sowie eine Reihe anderer Versuche zeigte gleichzeitig zunächst wieder ganz eindeutig, daß erstens das Mitteilungsvermögen der Ameisen nicht deskriptiv, sondern indikativ ist; zweitens aber, daß unter Umständen die Ameisen zwischen Blattläusen und anderen Kleininsekten keinen Unterschied machen.

Was geschah nun mit den Aphiden, die Nr. 27 eingetragen hatte? Ich stellte fest, daß die toten Tiere gleich in das Innere des Erdnestes gebracht wurden, während die lebenden an einer freien Stelle des 2. Nestfaches abgesetzt worden waren. Dort wurden sie von Ameisen umringt, nach kurzer Zeit getötet und dann gleichfalls ins Erdnest gebracht.

Ähnliche Ergebnisse konnte ich auch mit anderen Blattläusen erreichen; so auch mit der Rosenblattlaus, *Macrosiphon rosae*, die von *Lasius niger* im Freien nicht besucht wird. Von ihnen wurden von mehreren Ameisen lebende Individuen ins Nest gezerrt und dort nach einiger Zeit vor meinen Blicken durch Biß und Giftsekret getötet. Jedoch wurden nur junge Blattläuse abtransportiert, während die ausgewachsenen ebenfalls lebenden Tiere unbehelligt blieben. Wie das zu deuten ist, wird später noch zu erörtern sein.

Aus all diesen Beobachtungen geht mit aller Wahrscheinlichkeit hervor, daß die Aphiden später gefressen wurden; da Aphiden wie Dipteren ins Erdnest gebracht und so meiner weiteren Beobachtung entzogen wurden, konnte das Verzehren nicht unmittelbar beobachtet werden. Zu denselben Resultaten führten die Versuche, die ich an *Iridomyrmex humilis* mit Aphiden vornahm. *Lasius fuliginosus* und *Lasius brunneus* eigneten sich zu solchen Versuchen in Kunstnestern nicht, dennoch war es mir möglich, auch diese Ameisenarten im Freien künstlich zu veranlassen, an Aphidenkolonien vorgehaltene Blattläuse zu töten und ins Ameisennest zu schaffen.

Ein weiterer Faktor, der dafür spricht, daß Aphiden verzehrt werden, ist die Tatsache, daß im Freien sehr viele tote Aphiden ins Nest gebracht werden, denn welchen Dienst hätten die toten Blattläuse den Ameisen im Nest sonst noch leisten können?

Indessen bin ich aber der Auffassung, daß die Aphiden im Freien nur in den wenigsten Fällen von den Ameisen getötet wurden, sondern eines natürlichen Todes starben, denn ihre Lebensdauer als Imago überschreitet selten drei Wochen. Sie starben also wohl nach Erzeugen einer Reihe von jungen Individuen ab und werden dann von den Ameisen ins Nest geschafft. Allein diese Überlegung erklärt, daß ich im Laufe des Sommers sehr viele tote Aphiden ins Nest schaffen sah. Es beziehen demnach wohl die Ameisen auch einen Teil ihrer Eiweißnahrung durch Verzehren von Aphiden, so daß ich zu dem Schluß komme: Die Ameisen betrachten die Blattläuse nicht nur als „Melkvieh", sondern verwerten auch noch die toten Aphiden in ihrem Haushalt.

Als weitere Bekräftigung meiner obigen Annahme muß ich feststellen, daß während meiner gesamten Beobachtungszeiten nicht eine einzige Blattlaus auf die Sträucher, sondern stets von den Ameisen ins Nest, also stammabwärts getragen wurde. Die Blattlaustransporte zum Nest nahmen gegen Ende der Blattlauszeit schließlich ganz ab. Es blieben gewöhnlich nur die Blattlausmumien, also die leeren Hüllen der von Schlupfwespen mit ihren Eiern belegten Aphiden, an den Sträuchern zurück.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Ameisen die Aphiden nur unter besonderen Bedingungen angreifen, sie töten und ins Nest bringen, bezw. in der Regel nur bereits abgestorbene Aphiden dem Nahrungshaushalt zuführen.

Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß Ameisen auch andere Tiere oft verschmähen. Sei es, daß es sich entweder um schlechtschmeckende oder um unangreifbare Lebewesen handelt (vgl. Stäger 1929 [2]). Da die Aphiden für die Ameisen kaum als unangreifbare Tiere gelten können, bleibt nur die Möglichkeit der Unschmackhaftigkeit übrig. Daß tatsächlich dieser Faktor ausschlaggebend ist, soll folgende Versuchsreihe zeigen, die ich an *Lasius niger* (Kunstnest Nr. 2) auf Veranlassung von Herrn Prof. Goetsch an einem Modellversuch mit „künstlichen Blattläusen" vornahm, d. h. mit lebenden und toten Dipteren, denen ich einen Honigtropfen anheftete.

Brachte ich einige unpräparierte größere und kleinere Dipteren lebend in die Arena, so wurden sie gleich nach Auffinden von den Ameisen getötet und ins Nest gebracht. Brachte ich aber am Abdomen dieser Dipteren einen Honigtropfen an, so wurden dieselben erst nach Verzehren dieses Tropfens zum Nest gebracht, nachdem die Finderin nach Aufnahme des Honigs das Abdomen der Dipteren kurze Zeit betrillerte. Es zeigte also die Finderin zunächst genau daselbe Verhalten wie gegen Aphiden. Bei einem anderen Versuch hatten mehrere Ameisen fast gleichzeitig zu einer solchen Diptere gefunden. Jedoch war bereits eine früher dorthin geratene Ameise damit beschäftigt, den Honigtropfen aufzulecken. Die übrigen fanden aber nicht zu ihm, sondern begannen sofort nach kurzem Betasten

die Diptere an Kopf, Beinen und Flügeln ziehend, ins Nest zu zerren. Auf dem Wege dorthin lief nun die Ameise, die den Honigtropfen aufgeleckt hatte, hinter der fortgezogenen Diptere her und betrillerte unaufhörlich deren Abdomen, um aber auch selbst dann mit in die Tätigkeit des Abtransportes einzugreifen.

Aus den geschilderten Versuchen ist ersichtlich, daß sich die Ameisen gegen diese mit einem Honigtropfen versehenen Dipteren nicht nur zunächst genau so verhalten wie gegen Aphiden, sondern daß sie auch Süßstoffe der Fleischnahrung vorziehen. Die Dipteren wurden erst dann ins Nest gebracht, wenn kein Honig mehr an ihnen zu finden war.

Damit ist aber noch nicht bewiesen, warum lebende Aphiden, die selbst nach längerem Betrillern kein Sekret abscheiden, von den Ameisen nicht getötet und ins Nest geschafft werden. Es liegt hier die Vermutung nahe, daß die Blattläuse irgend etwas an sich haben müssen, daß die Ameisen veranlaßt, dieselben im allgemeinen unbehelligt zu lassen.

Um mich davon zu überzeugen, ob ein unschmackhafter Stoff die Ameisen nötigen kann, Beutetiere, die sonst gern angenommen werden, unbeachtet zu lassen, nahm ich weitere Versuche mit den bereits beschriebenen „künstlichen Aphiden“ vor, bestrich sie jedoch mit einem Bitterstoff (Aloesaft).

Es stellte sich nun folgendes heraus. Eine so behandelte, mit Aloesaft bestrichene Diptere, wurde zunächst mit den Fühlern betastet und zum Teil sogar betrillert. Erst nach erheblich langer Zeit (8—10 Minuten) entschlossen sich einige Ameisen, diese Diptere zu ergreifen und ins Nest zu zerren. Wenn ich nun aber einer solchen Diptere einen Honigtropfen anheftete, so wurde dieser nach Auffinden von der Ameise aufgeleckt. Danach wurde diese „künstliche Aphide“ betrillert. Da aber kein neuer Honigtropfen abgeschieden wurde, verließ diese Ameise die Diptere, um nach kurzer Zeit wieder bei ihr zu erscheinen. Es begann ein erneutes Betrillern, worauf die Ameise wieder fortlief, um später noch mehrmals zu ihr zurückzukehren. Aber nach einigen vergeblichen Gängen wurde schließlich die Diptere doch erfaßt und ins Nest transportiert.

Mit den „künstlichen Aphiden“ war es mir also möglich, die Ameisen zu veranlassen, sich gegen diese zunächst genau so zu verhalten wie gegen echte Aphiden. Wenn aber diese „künstlichen Aphiden“ später dennoch ins Nest gebracht wurden, so muß dazu gesagt werden, daß das erst nach verhältnismäßig längerer Zeit (12—15 Minuten) geschah. Es kann dafür aber nur der Bitterstoff, der die Dipteren umkleidete, verantwortlich gemacht werden, da Dipteren ohne diese bittere Hülle gleich nach Ablecken des Honigs abtransportiert wurden. Die Ameisen haben also eine Scheu vor dem bitteren Aloesaft. Erst nachdem diese Scheu überwunden ist, werden diese „künstlichen Aphiden“ ins Nest geschafft, wo sie dann dem Nahrungshaushalt zugeführt werden.

Dasselbe trifft sicherlich auch auf die lebenden Aphiden zu. Jedoch mag dieser schlechtschmeckende Stoff noch intensiver sein als der Aloesaft, so daß die Ameisen, ehe sie ihre Scheu vor ihm verlieren, wieder einen neuen Sekrettropfen erhalten. Erst wenn die Blattläuse tot sind, wird dann vielleicht dieser abstoßende Geschmacksstoff an Intensität abnehmen und schließlich ganz verloren gehen, so daß die Ameisen dann ohne sonderliche Überwindung diese toten Blattläuse eintragen. So kann jedenfalls der häufige Transport toter Aphiden zum Ameisennest im Sommer am besten erklärt werden.

Auch Ameisen, die nachweislich in ihrem Leben noch nie mit Aphiden in Berührung gekommen sind, töten die Blattläuse nicht, wenn sie zum erstenmal auf diese treffen. Ich zog im Kunstnest aus Ameisenbrut junge Arbeiter (*Lasius niger*), die ich gleich, nachdem sie umherlaufen konnten, also noch nicht ausgefärbt waren, allein in eines meiner Kunstnester (Nr. 2 C) brachte. Als ich eine größere Zahl beieinander hatte und die ältesten von ihnen zur Nahrungssuche ausliefen, brachte ich in die Arena eine Topfpflanze mit Aphiden (jungen *Sambucus* mit *Aphis sambuci*). Es zeigte sich, daß sich die jungen Ameisen wie die älteren bereits aphidenbesuchenden Artgenossen verhielten. Als die erste Blattlaus entdeckt wurde, stockte die Finderin in ihrem Lauf und machte sich gleich daran, die Aphide mit ihren Fühlern zu betrillern, wie es Ameisenart ist, wenn sie auf einen Fremdkörper stoßen. Dabei ließ die Aphide einen Sekrettropfen austreten, der dann auch gleich von der Ameise aufgeleckt wurde. Nachdem nun die Ameise bei mehreren Aphiden Sekrettröpfchen erhalten und ihren Kropf gefüllt hatte, lief sie, schon auf der Pflanze selbst mit den typischen Spurbewegungen ihren Weg markierend, zum Nest. Dort mußte sie alarmiert haben, denn es liefen darauf bald einige Nestgenossen aus und fanden vermittels des Spurweges, den sie benutzten, zu den Aphiden, bei denen sie sich wie die Finderameise benahmen.

Daß diese erstmalig auf Blattläuse auftreffenden Ameisen dieselben nicht angriffen, wie es beim Auffinden von Dipteren oder anderen Kleininsekten der Fall war, kann ebenfalls auf den schlechtschmeckenden Stoff, der den Aphiden anhaftet, zurückgeführt werden, denn diese jungen Ameisen hatten doch keinerlei Erfahrung und wußten somit auch nicht, daß die Aphiden einen Süßstoff absondern, der ihnen zur Nahrung dienen kann.

Bei der Betrachtung dieser Verhältnisse drängt sich der von van Beneden (1876, S. 94) auf den Parasiten bezogene, also hier nicht ganz zutreffende Vergleich auf. Er sagt: „Es ist ein Armer, welcher der Hilfe bedarf, um nicht auf offener Straße zu sterben, der aber den Grundsatz befolgt, die Henne nicht zu töten, um die Eier zu haben.“ Erst dann, wenn die Aphiden tot sind und somit kein Sekret mehr liefern können, führen die Ameisen dieselben ihrem Nahrungshaushalt zu.

Untersuchungen über den Sitz und über die Art des Stoffes, der die Unschmackhaftigkeit der Aphiden bedingen könnte, habe ich nicht an-

gestellt. Außerdem wird es natürlich außerordentlich schwer sein, exakte Untersuchungen, die diese Fragen eindeutig beantworten würden, durchzuführen. Sehr viel dürfte aber die Annahme für sich haben, daß diese in dem wachshaltigen Sekret, welches durch die Abdominalröhrchen entleert wird, und seiner Ausdünstungen zu suchen ist. Wenn die Aphiden nun absterben, so wird natürlich die Produktion dieses Sekretes und somit auch seine Ausdünstung aufhören, so daß die Ameisen dann keinen Abscheu mehr vor ihnen haben, sondern diese als mehr oder weniger willkommene Beute ins Nest schaffen.

Fassen wir das Gesagte noch einmal kurz zusammen:

1. Aphidentransporte kommen im Sommer recht häufig vor, aber nur stammabwärts. Diese Aphiden sind fast alle tot.
2. Getötet und ins Nest getragen werden durch Schlupfwespen beunruhigte oder den Ameisen an Aphidenkolonien vorgehaltene Blattläuse, die durch ihre Schnelligkeit die Aufmerksamkeit der Ameisen auf sich ziehen.
3. Die meisten der ins Nest gebrachten Aphiden sind schon vorher eines natürlichen Todes gestorben.
4. Die Ameisen betrachten die Aphiden nicht nur als „Melkvieh", sondern verwerten auch noch die toten Aphiden in ihrem Nahrungshaushalt.
5. Versuche mit „künstlichen Aphiden", nämlich Dipteren, die mit einem Bitterstoff (Aloesaft) und mit einem Honigtropfen versehen waren, zeigten, daß ein unschmackhafter Stoff die Ameisen veranlassen kann, Beutetiere, die sonst gern genommen werden, bis zur Überwindung ihrer Scheu gegen diesen Bitterstoff zu verschmähen, die süßen Tropfen dagegen ablecken.
6. Das friedfertige Benehmen der Ameisen gegen lebende, echte Aphiden ist vermutlich auf eine Unschmackhaftigkeit der Blattläuse zurückzuführen. Die Ursache dieser Unschmackhaftigkeit ist sehr wahrscheinlich in dem wachshaltigen Sekret ihrer Abdominalröhrchen zu suchen.

D. Ortsstetigkeit und Körpergröße der sekretsammelnden Ameisen.

Sollen mehrere Nahrungsquellen gleichzeitig gut ausgebeutet werden, so ist es von größter Wichtigkeit, daß sich genügend Sammler daran beteiligen. Genau so wichtig ist es aber, daß eine Regelung darüber besteht, wo jeder einzelne zu sammeln hat, damit nicht an einer Stelle eine Ansammlung entsteht und einzelne erst darauf warten müssen, daß ein Platz frei wird, um dann mit der Arbeit zu beginnen. Es muß also der Größe der auszubeutenden Quelle entsprechend eine gerechte Verteilung der Sammler auf diese vorgenommen werden. Nur unter solchen Be-

dingungen ist es möglich, in kurzer Zeit eine fast vollwertige Ausbeute zu gewährleisten.

Solche Nahrungsquellen stellen die einzelnen Blattlauskolonien auf einem Baum oder Strauch dar. Da die Aphiden ihr Sekret in Abwesenheit der Ameisen umherspritzen, muß also stets eine Anzahl von Ameisen bei ihnen sein, um die von den Blattläusen abgesonderten Sekrettröpfchen sofort aufzulecken, damit sie nicht verloren gehen. Zu diesem Zweck müßten die Ameisen Arbeitsscharen bilden, die mit der Anzahl der Aphidenkolonien übereinstimmen.

Durch Markierungsversuche war es mir möglich, an *Lasius niger* und als Ergänzungsversuche dazu auch an *Lasius fuliginosus* und *brunneus* festzustellen, daß solche Arbeitsscharen, die mehr oder weniger lange Zeit arbeits- und ortsstet sind, bestehen. Es kehrten auch dann dieselben Ameisen zu der Ausgangskolonie zurück, wenn der Weg dorthin nicht nur kompliziert war, sondern außerdem noch an mehreren anderen Aphidenansammlungen vorbeiführte.

Die Ameisen kennen also ihre Aphidenkolonie ganz genau. Wenn sich, was hin und wieder vorkam, eine Ameise zu einer anderen Kolonie begeben hatte, so blieb sie selten bis zur Kropffüllung bei ihr, sondern suchte ihre Ausgangskolonie bald wieder auf.

Daß solche Arbeitsscharen längere Zeit hindurch ortsstet sind, soll folgende Darstellung (Tab. 1) die aus Beobachtungen an *Lasius niger* in Station D stammen, zeigen.

Tabelle 1.

Ortsstetigkeit der sekretsammelnden Ameisen (*Lasius niger*).

Erklärung der Abkürzungen: A = Ausgangskolonie, F = Fremdkolonie.

♀ Nr.	wl			rl			gl			w2			
Datum	Ausläufe	zu Kolonie A	F	Ausläufe	zu Kolonie A	F	Ausläufe	zu Kolonie A	F	Ausläufe	zu Kolonie A	F	Beobachtungsdauer
18. 5. 35	6	6	—	2	2	—	4	4	—				3½ Stunden
19. 5. 35	—	—	—	1	1	—	—	—	—				Stichprobe
20. 5. 35	8	8	—	9	9	—	8	8	—	6	6	—	4 Stunden
21. 5. 35	2	2	—	2	2	—	3	3	—	2	2	—	1½ Stunde
22. 5. 35	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Stichprobe
23. 5. 35	—	—	—	1	1	—	2	2	—	1	1	—	Stichprobe
24. 5. 35	1	1	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	Stichprobe
25. 5. 35	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	Stichprobe

In gleicher Weise traf ich während einiger Tage dieselbe Ameise (G) mit einigen Nestgenossinnen auf einem bestimmten Blatt des *Sambucus* in D an. Sie sammelte gemeinsam mit den anderen das von den Aphiden umhergespritzte Sekret, das auf dieses Blatt getropft war. Diese Tatsachen sind in der folgenden Aufstellung festgehalten.

G war am:

20. 5. 35 in 4 Stunden 6 mal zum Blatt zurückgekommen
21. 5. 35 in 2,5 Stunden 3 mal zum Blatt zurückgekommen
22. 5. 35 bei Stichprobe abwesend
23. 5. 35 bei Stichprobe auf dem Blatt
24. 5. 35 bei Stichprobe auf dem Blatt
25. 5. 35 bei Stichprobe auf dem Blatt

Das von *Lasius niger* Gesagte gilt auch für *Lasius brunneus* im Zusammenleben mit *Doralis fabae.*

Zu nicht ganz denselben Ergebnissen führten diese Untersuchungen an *Lasius fuliginosus* mit *Doralis fabae.* Es war auch bei dieser Ameisenart eine Ortsstetigkeit zu erkennen, aber sie ließ sich nicht solange verfolgen, da hier ein häufigerer Wechsel bei einer großen Anzahl von Ameisen im Besuch der Aphidenkolonien eintreten konnte. Recht oft kam es vor, daß dieselbe Ameise einmal bei dieser und beim nächsten Auslauf dann bei einer anderen Blattlauskolonie erschien, die sie aber nicht eher verließ, bis sie ihren Kropf gefüllt hatte. Diese Erscheinung ist bei *Lasius fuliginosus* wohl darauf zurückzuführen, daß bei ihr extrem der Spur gefolgt wird, während bei *Lasius niger* Gesichtssinn vorherrscht. *Lasius fuliginosus* gerät daher leichter auf falsche Spur, d. h. schließt sich anderen Scharen an, wenn die Spur „Weiche", d. h. die Abzweigungsstelle nicht richtig gefunden wird. Hinzu kommt noch bei *Lasius fuliginosus* das Auftreten von „Zwischenträgern", die nach weniger gut geordnetem System die einzelnen Aphidenansammlungen aufsuchen. Sie haben offenbar die Aufgabe, nur das Sekret, das die anderen Nestgenossinnen sammeln, ins Nest zu transportieren. Jedoch ließen sie sich nicht nur von den bereits bei den Blattläusen anwesenden Arbeiterinnen füttern, sondern beteiligten sich auch selbst an der direkten Sekretaufnahme. Etwas Derartiges konnte ich weder bei *Lasius niger* noch bei *Lasius brunneus* feststellen, denn bei ihnen trugen die Sammlerinnen selbst das Sekret zum Nest, während bei *Lasius fuliginosus* diese „Zwischenträger" sich zeitweilig in größeren Mengen zeigten. Diese trugen dann das Sekret auch noch nicht selber ins Nest, sondern entleerten ihren Kropf in vielen Fällen wieder am Fuß des Strauches an Nestgenossinnen, die sich dort aufhielten.

Die ortssteten Sammlerinnen — sie kehrten gewöhnlich nur 2—3 Tage zur selben Blattlauskolonie zurück — fütterten an der Aphidenkolonie nicht, aber sie spalteten sich auch wieder auf. Ein kleinerer Teil von ihnen entleerte auch am Fuß des *Evonymus* ihren Kropf, wenn sie allzu sehr von den sich dort aufhaltenden Nestgenossinnen angebettelt wurden. In der Regel aber kümmerten sich diese echten Sammlerinnen nicht um diese. Sie liefen auf geradestem Wege zum Nest, wo sie dann erst das gesammelte Sekret abgaben und später wieder bei den Blattläusen erschienen.

Adlerz (1886, S. 169—170) will eine interessante Arbeitsteilung bei *Formica rufa* festgestellt haben. Danach sollen kleinere Individuen das „Melken" der Blattläuse besorgen, während größere Tiere den Blattlauszucker ins Nest schaffen.

Für *Lasius niger* und *brunneus* fällt eine solche Arbeitsteilung bestimmt aus, da alle Ameisen bis auf ganz verschwindende Ausnahmen das Sekret immer selber sammelten, d. h. von den Aphiden aufnahmen, und dann selbst ins Nest brachten. Daran beteiligten sich die größten wie die kleinsten Nestgenossinnen. Sämtliche 120 *Lasius niger*, die in Station D gefangen und dann gemessen wurden, hatten bei leerem Kropf eine Körperlänge — Mandibeln und Abdomenspitze wurden bei diesen Messungen nicht mit gemessen — die von 3 mm bis zu 4,1 mm schwankte. Von diesen waren aber nur 6 Tiere unter 3,2 mm und 12 größer als 3,8 mm. Die restlichen 102 Ameisen hatten eine Körperlänge, die zwischen 3,2 und 3,8 mm lag. Die genaue Verteilung der 120 Ameisen (*Lasius niger*) auf die einzelnen Größenklassen (in mm) ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Körperlänge von 120 *Lasius niger* mit leerem Kropf.

3—3,2 mm	3,21—3,4 mm	3,41—3,6 mm	3,61—3,8 mm	3,81—4.0 mm	4,01—4.2 mm
6	49	30	23	10	2 Tiere

Desgleichen wurden auch 120 verschiedene *Lasius niger* mit prallem Kropf auf ihre Körperlänge hin gemessen. Diese zeigten eine ähnliche Zusammensetzung, nur daß durch die Abdomenvergrößerung eine dementsprechende Verschiebung auf der Größenskala nach oben erfolgte, so daß nur fünf Tiere die Größe von 3,7—3,9 mm aufwiesen und 12 eine Körperlänge hatten, die über 4,5—4,9 mm lag. Die restlichen 103 Ameisen hatten also eine Körperlänge, die zwischen 3,9 und 4,5 mm schwankte.

Körperlänge von 120 *Lasius niger* mit prallem Kopf.

3,7—3,9 mm	3,91—4,1 mm	4,11—4,3 mm	4,31—4,5 mm	4,51—4,7 mm	4,71—4,9 mm
5	47	36	20	9	3 Tiere

Aus dem Vergleich der beiden letzten Skalenreihen geht hervor, daß die Ameisen durch Sekretaufnahme eine durchschnittliche Körpervergrößerung von 0,7 mm erhielten.

Die Messung der Körperlänge von *Lasius fuliginosus*, einerseits von echten Sammlerinnen und andererseits von Zwischenträgern, führten zu demselben Ergebnis. So wiesen auch innerhalb ihrer Gruppe Tiere mit leerem und Tiere mit gefülltem Kropf Körperunterschiede auf, die in gleichen Grenzen lagen. Das Untersuchungsmaterial wurde folgendermaßen ge-

sammelt: Das Beschaffen der echten Sammlerinnen mit prall gefülltem Kropf bereitete keine Schwierigkeiten. Sie konnten nach Kropffüllung beim Verlassen der Blattläuse und auf dem Wege zum Nest zwischen Strauch und Nesteingang abgefangen werden, also solche Ameisen, die sich nicht am Fuß des *Evonymus* aufhielten, sondern gleich vom Strauch aus auf geradem Wege ins Nest eilten. Echte Sammlerinnen mit leerem Kropf erhielt ich dadurch, daß ich Tiere nahm, die vom Nest kommend sich nicht am Fuß des *Evonymus* verweilten, sondern gleich wieder zu den Blattläusen zurückliefen.

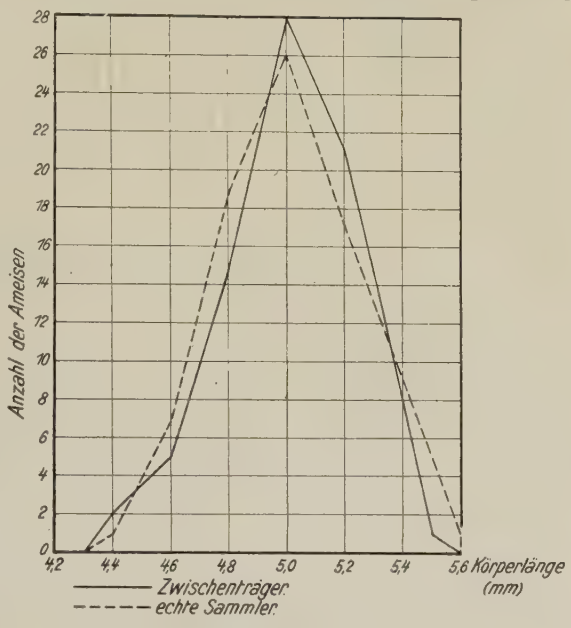


Abb. 11. Graphische Darstellung der Körperlängen von *Lasius fuliginosus* mit leerem Kropf.

Die Zwischenträger konnte ich aber einwandfrei nur am Fuß des Strauches erhalten. Das Material mit gefülltem Kropf bekam ich dadurch, daß ich die Ameisen, die am Fuß des Stammes füttern wollten oder gefüttert worden waren, absammelte. Solche mit leerem Kropf erkannte ich daran, daß sie entweder vom Nest kommend am Fuß des Strauches sitzen blieben oder daselbst nach Verfüttern des Kropfinhaltes, vom Strauch kommend, wieder auf ihn hinaufliefen.

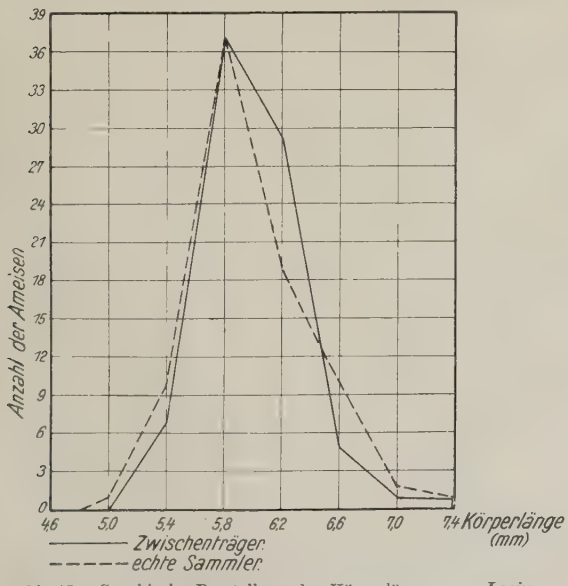


Abb. 12. Graphische Darstellung der Körperlängen von *Lasius fuliginosus* mit gefülltem Kropf.

Die Messungen, die an je 80 verschiedenen Tieren vorgenommen wurden, sind in den beiden graphischen Darstellungen (Abb. 11 und 12) wiedergegeben. Die Körperlängen von Ameisen mit leerem Kropf zeigen,

daß bei *Lasius fuliginosus* echte Sammlerinnen sowie Zwischenträger aus den gleichen Größenklassen stammen (Abb. 11).

Dasselbe gilt für die Messungen an beiden Ameisengruppen mit gefülltem Kropf (Abb. 12).

Es kann demnach festgestellt werden, daß, obgleich bei *Lasius fuliginosus* in dieser Hinsicht eine Arbeitsteilung auftritt, diese doch nicht auf Individuen von bestimmter Körpergröße verteilt ist.

E. Größe der Sekretmenge, die die Ameisen in ihrem Nahrungshaushalt jährlich verwerten.

Nachdem wir im voraufgegangenen Teil das Verhältnis unserer einheimischen *Lasius*arten (*Lasius niger*, *fuliginosus* und *brunneus*) zu den Blattläusen näher kennengelernt haben, soll jetzt noch versucht werden, die Größe der Sekretmenge, welche die einzelnen *Lasius*arten im Laufe eines Sommers in ihrem Nahrungshaushalt verwerten, zahlenmäßig zu erfassen. Denn es ist nicht unwesentlich zu wissen, wie groß die Abhängigkeit dieser verbreiteten und volkreichen Ameisenarten ernährungsbiologisch gesehen von dem „Blattlaushonig" ist.

Für *Formica rufa* sind solche Berechnungen von Oekland (1930) vorgenommen worden. Desgleichen legte Eidmann (1927 [2]) erstmalig den Verbrauch an Blattlaussekret bei *Lasius niger* fest.

Beide Autoren stehen auf dem Standpunkt, daß exakte Angaben nur sehr schwer zu machen sind, da sich außerordentlich leicht Fehlerquellen einschleichen können. Zu einem möglichst brauchbaren Ergebnis kann man in dieser Frage nur durch häufige Untersuchungen und Berechnungen gelangen, die von den verschiedensten Seiten durchgeführt werden. Da es aber nur wenige gangbare Wege gibt, die zum Ziele führen, muß versucht werden, jede auftretende Fehlerquelle auf ein Minimum zu reduzieren, und durch Variieren und Kombinieren der Untersuchungsmethoden allmählich ein verwertbares Ergebnis zu erzielen.

Zu berücksichtigen sind dabei vor allen Dingen folgende Faktoren: Neststärke und Art der Ameisen sowie die Produktionsfähigkeit der verschiedenen Aphidenarten an Blattlaushonig. Gleichzeitig dürfen Witterungsverhältnisse nicht unberücksichtigt bleiben, da sie für eine mehr oder weniger gute Ausbeute des von den Blattläusen ausgeschiedenen und von den Ameisen gesammelten Sekretes ausschlaggebend sind. Ferner spielt die Zeitdauer der Sammeltätigkeit der Ameisen eine große Rolle. Auch muß man beachten, daß zu Beginn und gegen Ende der Blattlauszeit nur wenige Aphiden auf den Pflanzen sind, so daß man sich stets mit Durchschnittswerten zufrieden geben muß.

Für meine Untersuchungen legte auch ich wie Eidmann (1927, [2]) und Oekland (1930) die Zeitspanne von 100 Tagen, an denen die Blattläuse im Jahre von Ameisen gleichmäßig stark besucht werden, zugrunde.

Da die Ameisen nicht nur während des Tages, sondern auch zur Nachtzeit Sekret sammeln, habe ich zunächst den Mittelwert der ein- und auslaufenden Ameisen je drei Minuten im Laufe eines Tages errechnet. Der Einlauf zum Nest und der Auslauf der Ameisen zu den Blattläusen ist Schwankungen unterworfen, die zum großen Teil von Witterungseinflüssen abhängen. Dieser Mittelwert bildet die Grundlage für alle anderen Berechnungen, die der Bestimmung der gesammelten Sekretmenge dienen. Es wurde dadurch festgestellt, wieviel solcher Wege von und zu den Blattläusen in einem Tage und somit auch in 100 Tagen zurückgelegt werden. Desgleichen wurde angenommen, daß während dieser Zeit stets dieselben Individuen tätig waren. Für diese Zählungen wurde der Zeitpunkt gewählt, als möglichst viele Ameisen die Aphiden besuchten. Diese Zählungen wurden stets an denselben Stellen der Ameisenstraßen vorgenommen und betrugen jeweils drei Minuten. Da aber zu Beginn und gegen Ende der Blattlauszeit nur wenige Aphiden und daher auch nur wenige Ameisen auf den Sträuchern anzutreffen sind, dagegen auch der Blattlausbesuch mehr als 100 Tage beträgt, wird also die Zählung, wie ich sie vornahm und auf 100 Tage in gleicher Stärke beziehe, der Anzahl der Aus- und Einläufe während der gesamten Blattlauszeit gleichkommen, selbst wenn man bedenkt, daß bei ungünstigen Außenbedingungen gar nicht oder nur sehr schwach gesammelt wird.

Es wurden besucht von:

Lasius niger Aphis sambuci rund 200 Tage, stark 50 bis 60 Tage,

Las. fuliginosus Doralis fabae rund 130 Tage, stark 90 bis 95 Tage,

Las. brunneus Periphyllus testudinatus rund 150 Tage, stark 80 – 85 Tage.

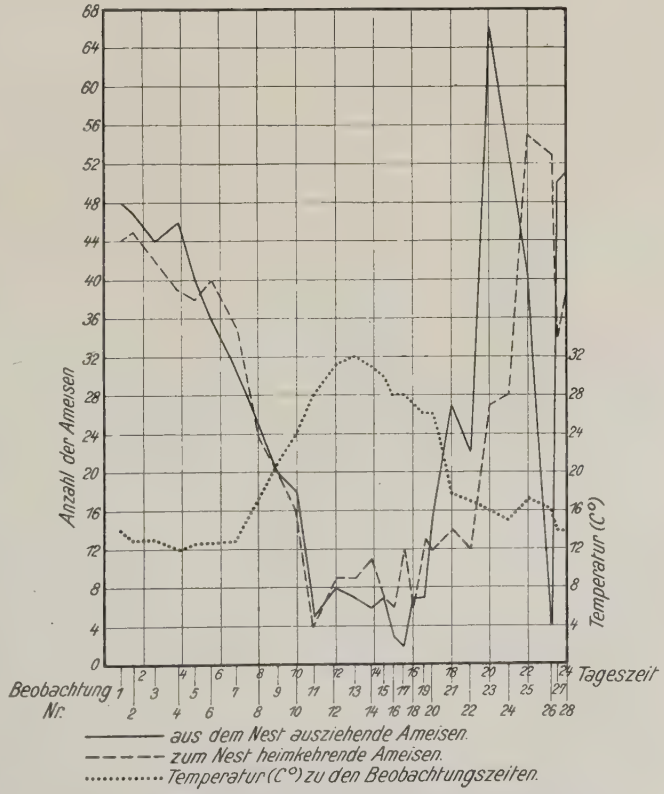


Abb. 13. Graphische Darstellung des Blattlausbesuches (*Lasius niger* bei *Aphis purmi* in Ransern bei Breslau) im Tagesverlauf.

Bei den vorgenommenen Zählungen konnte ich die Beobachtung Eidmanns (1927, [2] S. 545), daß der Blattlausbesuch zur Nachtzeit ein anderer sein kann als während des Tages, bestätigen. Jedoch traf ich nur an wenigen ganz freistehenden Pflanzen, die der prallen Sonne ausgesetzt waren, in den Nachtstunden den stärksten Verkehr an. (Graphische Darstellung, Abb. 13 und Tabelle 2). Die Einzelbeobachtungen der jeweils drei Minuten dauernden Zählungen habe ich nicht nach dem Datum, sondern nach der Tageszeit geordnet, um die Periodizität im Tagesverlauf zu zeigen. Dasselbe gilt auch für alle anderen gleichartigen Tabellen, deren Werte zur graphischen Darstellung Verwendung fanden.

Tabelle 2.

Tabelle des Blattlausbesuches von *Lasius niger* bei *Aphis pomi* auf Sorbus-Baum in praller Sonne.

Beob. Nr.	Tageszeit	Datum	Temp. ° C	Vom Nest	Zum Nest	Bemerkungen
1	0.50 Uhr	5. 7. 36	14	48	44	reger Verkehr
2	1.30 „	5. 7. 36	13	47	45	frisch, klar
3	2.35 „	5. 7. 36	13	44	42	
4	3.50 „	5. 7. 36	12	46	39	Morgendämmerung
5	4.40 „	5. 7. 36	12.5	40	38	
6	5.30 „	5. 7. 36	12,5	36	40	Sonnenaufgang
7	6.50 „	5. 7. 36	13	31	35	
8	8.00 „	5. 7. 36	17	25	24	
9	9.00 „	5. 7. 36	21	20	20	
10	9.55 „	9. 7. 36	24	18	16	Baum, Nest und Straße
11	10.50 „	9. 7. 36	28	5	4	in Sonne
12	11.35 „	9. 7. 36	31	8	9	
13	13.00 „	9. 7. 36	32	7	9	
14	13.50 „	9. 7. 36	31	6	11	
15	14.30 „	9. 7. 36	30	7	7	
16	15.00 „	9. 7 36	28	3	6	heiß, Straße in Sonne
17	15.30 „	9. 7. 36	28	2	12	
18	16.00 „	9. 7. 36	27	7	6	
19	16.35 „	9. 7. 36	26	7	13	
20	17.05 „	9. 7. 36	26	15	12	
21	18.00 „	7. 7. 36	18	27	14	windig, kühl
22	19.00 „	7. 7. 36	17	22	12	
23	20.00 „	7. 7. 36	16	66	27	Dämmerung beginnt
24	21.00 „	7. 7. 36	15	52	28	Dunkelheit
25	22.00 „	2. 7. 36	17	40	55	warm, bewölkt
26	23.15 „	2. 7. 36	16	4	53	starker Regen
27	23.30 „	7. 7. 36	14	50	34	kühl, windig
28	24.00 „	4. 7. 36	14	51	39	
	In 84 Minuten liefen insgesamt			734	694	(Differenz = 40)

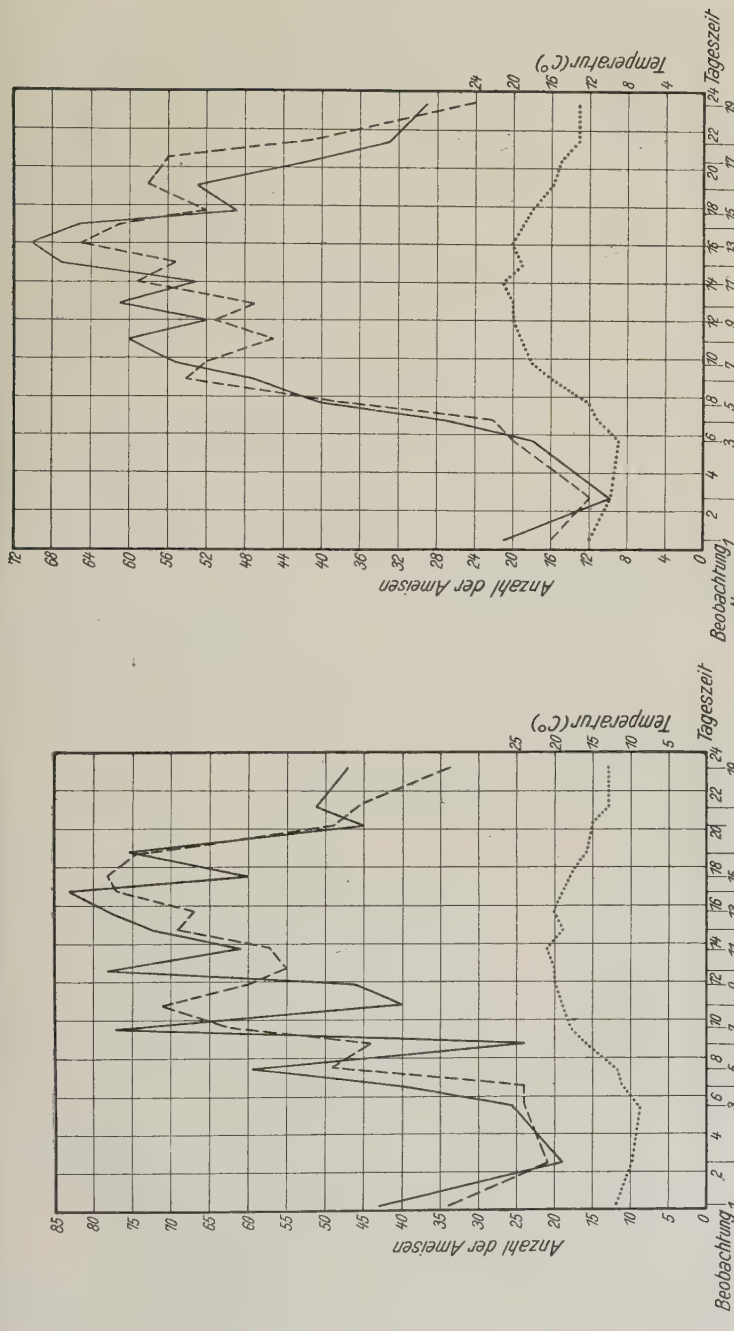


Abb. 14.
Graphische Darstellung des Blattlausbesuches (*Lasius niger* bei *Aphis sambuci* im Botanischen Garten Breslau) im Tagesverlauf.

Abb. 15.
Graphische Darstellung des Blattlausbesuches (*Lasius fuliginosus* bei *Dorylus fabae* in Freianlage am Zoologischen Institut Breslau) im Tagesverlauf.

Es geht also ganz klar aus den Aufzeichnungen hervor, daß die Sonnenbestrahlung einen nicht zu unterschätzenden Faktor darstellt und beweist gleichzeitig, daß die Ameisen versuchen, ihr dadurch zu entgehen,

Tabelle 3. Tabelle des Blattlausbesuches von *Lasius niger* bei *Aphis sambuci*. Sambucus kaum in praller Sonne.

Beob. Nr.	Tageszeit	Datum	Temp ° C	Vom Nest	Zum Nest	Bemerkungen
1	0.30 Uhr	5. 6. 36	12	21	16	Bewegungen der Ameisen langsam
2	2.45 „	5. 6. 36	10	10	12	
3	5.45 „	4. 6. 36	9	18	20	Morgendämmerung
4	6.45 „	4. 6. 36	11	27	22	Sonnenaufgang
5	7.40 „	4. 6. 36	12	40	37	
6	8.55 „	4. 6. 36	16	47	54	Bewegung normal
7	9.50 „	4. 6. 36	18	55	52	Sambucus im Schatten
8	11.00 „	4. 6. 36	19	60	45	
9	12.05 „	4. 6. 36	20	52	51	
10	12.50 „	4. 6 36	20	61	47	Sambucus zum Teil in Sonne
11	14.00 „	4. 6. 36	21	53	59	
12	14.55 „	4. 6. 36	19	67	55	leicht bewölkt
13	16.00 „	4. 6. 36	20	70	65	Sambucus im Schatten
14	17.00 „	4. 6. 36	19	65	61	
15	17.45 „	4. 6. 36	18	49	52	
16	19.00 „	4. 6. 36	16	53	58	
17	20.25 „	4. 6. 36	15	41	56	Dämmerung beginnt
18	21.20 „	4. 6. 36	13	33	41	Dunkelheit
19	23.25 „	4. 6. 36	13	29	24	frisch, windig
	In 57 Minuten liefen insgesamt			851	827	(Differenz = 24)

Tabelle 4. Tabelle des Blattlausbesuches von *Lasius fuliginosus* bei *Doralis fabae* auf Evonymus.

Beob. Nr.	Tageszeit	Datum	Temp. ° C	Vom Nest	Zum Nest	Bemerkungen
1	0.15 Uhr	5. 6. 36	12	43	34	Bewegungen der Ameisen langsam
2	2.30 „	5. 6. 36	10	19	21	
3	5.30 „	4. 6. 36	9	26	24	Morgendämmerung
4	6.30 „	4. 6. 36	11	40	24	Sonnenaufgang
5	7.25 „	4. 6. 36	12	59	49	
6	8.40 „	4. 6. 36	16	24	44	Bewegung normal
7	9.35 „	4. 6. 36	18	77	62	Evonymus im Schatten
8	10.45 „	4. 6. 36	19	40	71	
9	11.50 „	4. 6. 36	20	46	60	
10	12.35 „	4. 6. 36	20	78	55	
11	13.45 „	4. 6. 36	21	61	57	
12	14.40 „	4. 6. 36	19	72	69	leicht bewölkt
13	15.45 „	4. 6. 36	20	78	67	Evonymus im Schatten
14	16.45 „	4. 6. 36	19	83	77	
15	17.30 „	4. 6. 36	18	60	78	Evonymus zum Teil in Sonne
16	18.45 „	4. 6. 36	16	75	74	
17	20.10 „	4. 6. 36	15	45	49	Dämmerung beginnt
18	21.05 „	4. 6. 36	13	51	46	Dunkelheit
19	23.10 „	4. 6. 36	13	47	34	frisch, windig
	In 57 Minuten liefen insgesamt			1024	995	(Differenz = 29)

indem sie ihren Verkehr auf ein Minimum herabschrauben. Da aber die Aphiden gewöhnlich die Blattunterseiten befallen, ist es erklärlich, daß auch die Pflanzen, die in der prallen Sonne standen, größtenteils tagsüber von Ameisen stärker besucht wurden, da sie bei den Blattläusen selbst dem vollen Sonnenlicht nicht ausgesetzt waren. In allen diesen Fällen hatten die Ameisen ihre Straße in beiden Richtungen auf der Nordseite des Pflanzenstammes, also stets auf der Schattenseite.

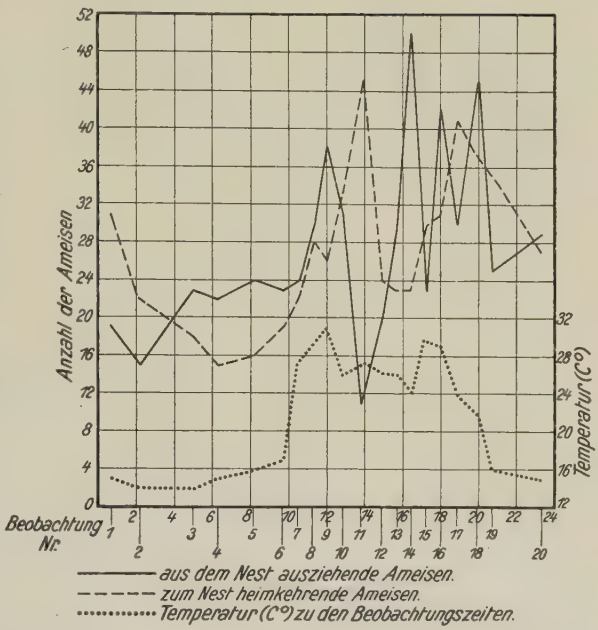


Abb. 16.
Graphische Darstellung des Blattlausbesuches (*Lasius brunneus* bei *Periphyllus testudinatus* im Botanischen Garten Breslau) im Tagesverlauf.

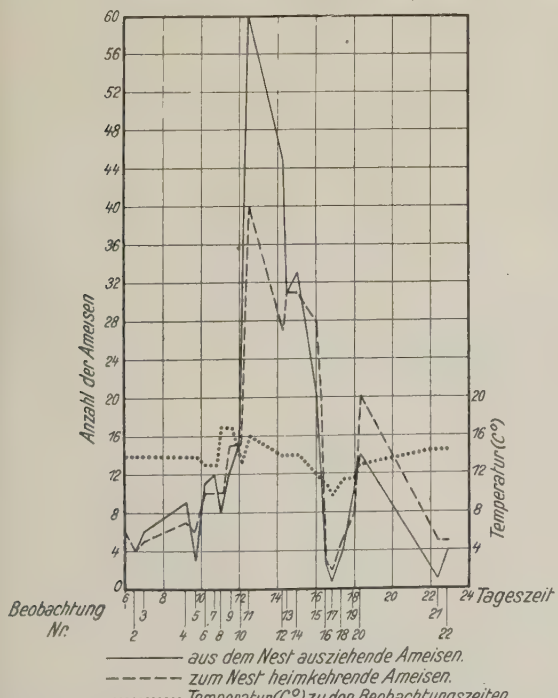


Abb. 17. Graphische Darstellung des Coccidenbesuches (*Iridomyrmex humilis* bei *Pseudococcus citri* auf Kakteen im Warmhaus des Botanischen Gartens Breslau) im Tagesverlauf.

In den meisten Fällen aber war dieses Verhältnis genau umgekehrt, so daß die Pflanzen während des Tages einen größeren Blattlausbesuch aufzuweisen hatten (graphische Darstellungen, Abb. 14, 15, 16 und 17 und Tab. 3, 4, 5, 6).

Daß auch Witterungsverhältnisse, wie Tiefentemperatur und heftige Regenschauer, den Verkehr zu den Aphiden beeinflussen, zeigen deutlich die Tabellen 2 und 6 und die graphischen Darstellungen 15 und 19.

Tritt ein plötzlicher Witterungsumschwung ein, so schwillt die Anzahl der heimkehrenden Ameisen erheblich an, während der Auslauf aus dem Nest stark

Tabelle 5. Tabelle des Blattlausbesuches von *Lasius brunneus* bei *Periphyllus testudinatus* auf Acer campestre.

Beob. Nr.	Tageszeit	Datum	Temp. ° C	Vom Nest	Zum Nest	Bemerkungen
1	0.45 Uhr	1. 8. 36	15	19	31	
2	2.10 „	1. 8. 36	14	15	22	
3	5.00 „	1. 8. 36	14	23	18	
4	6.15 „	1. 8. 36	15	22	15	stark bewölkt
5	8.10 „	1. 8. 36	16	24	16	
6	9.45 „	1. 8. 36	17	23	19	
7	10.30 „	27. 7. 36	27	24	22	warm, Baum in Sonne
8	11.15 „	27. 7. 36	29	29	28	
9	12.00 „	27. 7. 36	31	38	26	
10	12.50 „	26. 7. 36	26	31	33	warm, sonnig
11	13.50 „	26. 7. 36	27	11	45	
12	14.55 „	26. 7. 36	26	20	24	
13	15.40 „	26. 7. 36	26	29	23	
14	16.25 „	26. 7. 36	24	50	23	
15	17.10 „	25. 7. 36	30	23	30	
16	18.00 „	25. 7. 36	29	42	31	
17	18.50 „	25. 7. 36	24	30	41	Baum im Schatten
18	19.55 „	25. 7. 36	22	45	37	Dämmerung
19	20.40 „	31. 7. 36	16	25	35	stark bewölkt
20	23.20 „	31. 7. 36	15	29	27	
	In 60 Minuten liefen insgesamt			552	546	(Differenz = 6)

abgedrosselt und schließlich ganz eingestellt wird (vgl. Tab. 2 Beobachtung Nr. 26). Daß in gleicher Weise auch Tiefentemperaturen den Verkehr auf den Pflanzen in beiden Richtungen unterbinden, ist aus Tab. 6 Beobachtung Nr. 14 und 15 zu ersehen. In solchen Fällen verließen die Ameisen ihr Nest erst dann wieder, wenn bessere Außenbedingungen eingetreten waren.

Die Tabellen 2—6 zeigen ferner, daß im Laufe des Tages mehr Ameisen zu den Aphiden ausliefen als zum Nest zurückkehrten. Es seien der Übersicht wegen diese Zahlen zusammengestellt.

Tabelle Nr.	Aus dem Nest	Zum Nest	Beobachtungs-dauer	Ameisenart
2	734 Tiere	694 Tiere	84 Min.	*Lasius niger*
3	851 „	827 „	57 „	*Lasius niger*
4	1024 „	995 „	57 „	*Lasius fuliginosus*
5	552 „	546 „	60 „	*Lasius brunneus*
6	312 „	292 „	66 „	*Iridom. humilis*

Diese Erscheinung erkläre ich mir folgendermaßen: Es fallen zweifelsohne einige der ausziehenden Ameisen im Gelände und auf den Pflanzen irgendwelchen Feinden zum Opfer. Würden aber täglich soviel Ameisen eines Nestes umkommen, so wäre dieses recht bald ausgestorben. Ich

Tabelle 6. Tabelle des Coccidenbesuches von *Iridomyrex humilis* bei *Pseudococcus citri* auf Kakteen (Gewächshaus).

Beob. Nr.	Tageszeit	Datum	Temp. ° C.	Vom Nest	Zum Nest	Bemerkungen
1	6.00 Uhr	27. 11. 35	14	4	6	ganz schwacher Verkehr
2	6.30 „	27. 11. 35	14	4	4	
3	7.00 „	27. 11. 35	14	6	5	
4	9.10 „	22. 11. 35	14	9	7	
5	9.40 „	22. 11. 35	14	3	6	
6	10.10 „	18. 11. 35	13	11	10	
7	10.40 „	18. 11. 35	13	12	10	
8	11.05 „	16. 11. 35	17	8	9	
9	11.35 „	16. 11. 35	17	13	15	
10	12.05 „	18. 11. 35	13	16	15	
11	12.30 „	15. 11. 35	16	60	40	sehr starker Verkehr
12	14.15 „	21. 11. 35	14	45	27	
13	14.30 „	21. 11. 35	14	31	31	
14	15.00 „	21. 11. 35	14	33	31	
15	16.00 „	15. 11. 35	12	20	28	
16	16.30 „	25. 11. 35	11	3	3	sehr schwacher Verkehr
17	16.50 „	25. 11. 35	10	1	2	wegen zu tiefer Tem-
18	17.25 „	18. 11. 35	11,5	4	5	peratur
19	17.55 „	18. 11. 35	11,5	10	8	
20	18.15 „	22. 11. 35	13	14	20	
21	22.25 „	26. 11. 35	15	1	5	
22	22.50 „	26. 11. 35	15	4	5	
	In 66 Minuten liefen insgesamt			312	292	(Differenz = 20)

nehme daher an, daß nicht alle zum Nest heimkehrenden Ameisen die Stelle wieder passieren, an der die Zählungen vorgenommen wurden. Veranlassung dazu kann sein, daß sie durch Windbewegungen oder durch Fehltritte von der Pflanze herabfielen und nun einen Weg zum Nest suchen, der nicht mit dem Hinweg zusammenfällt. Daß dieser Faktor berücksichtigt werden muß, wird klar, wenn ich die Differenz, die zwischen Ein- und Auslauf an einem Tage dadurch entsteht, betrachte.

Aus den Tabellen 2—6 ist ersichtlich, daß im Mittel in drei Minuten schon ein Unterschied im Ein- und Auslauf zu erkennen ist. Dieser Unterschied ist in folgender Berechnung gleichmäßig auf 24 Stunden bezogen worden. Er beträgt für:

Tabelle Nr.	In 3 Minuten liefen zur Pflanze	In 3 Minuten liefen zum Nest	Differenz an 1 Tage
2	26 Tiere	25 Tiere	480 Tiere
3	45 „	43,5 „	720 „
4	54 „	52,4 „	770 „
5	27,6 „	27,3 „	150 „
6	14,2 „	13,3 „	430 „

Werden die angegebenen Mittelwerte für drei Minuten zugrunde gelegt, so ist der gesamte Tagesein- und Tagesauslauf, auf 24 Stunden bezogen, folgender; für:

Tabelle Nr.	Aus dem Nest	Zum Nest
2	12 480 Tiere	12 000 Tiere
3	21 600 „	20 880 „
4	25 920 „	25 150 „
5	13 250 „	13 100 „
6	6 820 „	6 380 „

Die Berechnung der Sekretmenge, die in 100 Tagen gesammelt und dem Nahrungshaushalt der Ameisen zugeführt wird, soll genauer angegeben werden für die in Tabelle 3, 4 und 5 untersuchten Ameisenkolonien, also für *Lasius niger* mit *Aphis sambuci*, *Lasius fuliginosus* mit *Doralis fabae* und *Lasius brunneus* mit *Periphyllus testudinatus*. Alle drei Ameisenkolonien befanden sich in der näheren Umgebung des Breslauer Zoologischen Institutes.

Die zum Nest heimkehrenden Ameisen hatten fast alle ihren Kropf prall mit Sekret gefüllt. Die Zahl der von den Blattläusen zum Nest laufenden Tiere gibt somit auch gleich die Anzahl der gefüllten Kröpfe an. Es muß daher, um etwas über die Größe der Sekretmenge aussagen zu können, das Fassungsvermögen eines Ameisenkropfes bestimmt werden. Um aber auch den Mehrauslauf während der Sammelzeit zu berücksichtigen, wählte ich zur weiteren Berechnung den Mittelwert von Ein- und Ausläufen, so daß sich dafür, aus der letzten Zusammenstellung ersichtlich, folgende Anzahl von Kropffüllungen ergeben: (siehe hierzu Tabelle 3, 4 und 5).

Tabelle Nr.	Ameisenart	Anzahl der Kropffüllungen an	
		1 Tage	100 Tagen
3	*Lasius niger*	21 240	2 124 000
4	*Lasius fuliginosus* . . .	25 535	2 553 500
5	*Lasius brunneus*	13 175	1 317 500

Bei der Berechnung des Kropfinhaltes der drei verschiedenen Ameisenarten muß ein Faktor, der je nach Ameisenart und sogar innerhalb derselben Art je nach Ameisennest mehr oder weniger stark variiert, berücksichtigt werden. Es handelt sich hier um den Körperunterschied der einzelnen Individuen, der gleichzeitig einen Unterschied im Fassungsvermögen des Kropfes bedingt. Man muß also recht viele Messungen an Tieren ein und desselben Nestes vornehmen, wenn der Sekretverbrauch eines bestimmten Nestes untersucht werden soll.

Einfacher ist die Bestimmung des Gewichtes der gesammelten Sekretmenge. Es soll daher zuerst auf dieses eingegangen werden.

Um das Gewicht des Sekretes, welches eine Ameise auf einem Wege ins Nest zu schaffen in der Lage ist, zu ermitteln, nahm ich Wägungen an jeweils 100 Ameisen vor, die zu den Blattläusen ausliefen, und von 100 solcher, die mit prallem Kropf zum Nest zurückkehrten. Der Gewichtsunterschied beider Wägungen gibt das Gewicht des gesammelten flüssigen Sekretes von 100 Kröpfen an. Der Mangel, der dadurch entsteht, daß nicht dieselben Tiere vor und nach der Kropffüllung gewogen werden konnten, wird wieder behoben dadurch, daß ich nicht nur einmal je 100 Ameisen wog, sondern daß solche Wägungen häufiger und in größeren Zeitabständen wiederholt wurden. Aus all den Wägungen wurde dann das Mittelgewicht des Kropfinhaltes für eine Ameise berechnet. Diese Ameisen tötete ich gleich nach dem Abfangen in einer Tube, in der sich ein Wattebausch mit Äther befand. Danach wurden diese Ameisen etwa 20 Minuten gelüftet, bis sich der Äthergeruch verflüchtigt hatte, und schließlich gewogen.

Für diese Wägungen an *Lasius niger* fanden drei Einsammlungen statt, die hier angeführt werden sollen.

Anzahl der Ameisen	Richtung	Gewicht der Ameisen in mg gesammelt am			Gesamtgewicht der Ameisen in mg
		28. 5.	15. 6.	13. 7.	
100	zum Nest	280	212	225	717
100	vom Nest	159	120	136	415
				Gesamtgewichtsdifferenz	302

Die Gewichtsdifferenz von 300 stammaufwärtslaufenden und von 300 stammabwärtslaufenden Ameisen (*Lasius niger*) betrug also 302 mg. Demnach brachte eine Ameise auf ihrem Wege zum Nest 1,01 mg flüssiges Sekret dorthin.

An *Lasius fuliginosus* nahm ich fünf solcher Wägungen vor.

Anzahl der Ameisen	Richtung	Gewicht der Ameisen in mg gesammelt am					Gesamtgewicht der Ameisen in mg
		20. 5.	26. 5.	6. 6.	18. 6.	21. 6	
100	zum Nest . . .	590,4	619,4	690	655	700	3 254,8
100	vom Nest . . .	408,2	409,5	416	410	405	2 048,7
						Gesamtgewichtsdifferenz	1 206,1

Die Gewichtsdifferenz von 500 zum Nest heimkehrenden und von 500 aus dem Nest ausziehenden Ameisen (*Lasius fuliginosus*) betrug 1 206,1 mg, d. h. daß eine Ameise auf einem Wege zum Nest 2,41 mg flüssiges Sekret bei sich hatte.

An *Lasius brunneus* wurden nur zwei Wägungen vorgenommen.

Anzahl der Ameisen	Richtung	Gewicht der Ameisen in mg gesammelt am		Gesamtgewicht der Ameisen in mg
		19. 7.	10. 8.	
100	zum Nest	239	236	475
100	vom Nest	129	124	253
			Gesamtgewichtsdifferenz	222

Die Gewichtsdifferenz von 200 Ameisen (*Lasius brunneus*) beträgt 222 mg, so daß demnach ein *Lasius brunneus* 1,11 mg Sekret bei Kropffüllung auf einem Wege mit ins Nest nahm.

Das Gewicht des Sekretes, das:

a) von einer Ameise auf einem Wege,
b) von der Gesamtheit der Sammlerinnen an einem Tage und
c) im Laufe von 100 Tagen ins Nest hineingebracht wird, sei der Übersichtlichkeit halber zusammengestellt.

Ameisenart	Gewicht des gesammelten Sekretes von		
	einer Ameise bei 1 Gang	allen Sammlerinnen an 1 Tage	allen Sammlerinnen an 100 Tagen
	mg	mg	mg
Lasius niger	1,01	21 452,4	2 145240
Lasius fuliginosus . . .	2,41	61 539,35	6 153935
Lasius brunneus . . .	1,11	14 924,25	1 462425

Die Gesamtmenge des Blattlauszuckers, die die drei Ameisenarten in 100 Tagen ihrem Nahrungshaushalt zuführten, hat somit ein Gewicht von:

2,145 kg bei *Lasius niger* gesammelt bei *Aphis sambuci*,
6,154 kg bei *Lasius fuliginosus* gesammelt bei *Doralis fabae*,
1,462 kg bei *Lasius brunneus* gesammelt bei *Periphyllus testudinatus*

Nachdem ich nun das Gewicht des gesammelten Sekretes bestimmt habe, will ich auf das Volumen des flüssigen Sekretes, das von einer Ameise bei praller Kropffüllung ins Nest gebracht wird, näher eingehen, um somit auch die Gesamtmenge des gesammelten Sekretes festzuhalten.

Eidmann (1927 [2]) hat wahrscheinlich einen ähnlichen Weg bei seinen Berechnungen eingeschlagen wie ich. Da es aber unmöglich ist, den Kropf vor und nach der Füllung abzumessen, und außerdem bei der Präparation ein großer Teil des Sekretes verloren gehen würde, berechnete ich das Volumen des gesammelten Sekretes aus der Differenz des Fassungsvermögens der Abdomina vor und nach der Kropffüllung. Die Erscheinung, daß die meisten Ameisen ihren Kropf nicht ganz im Nest entleerten, kam mir dabei zu Hilfe, so daß also die Differenz beider Volumina der aufgenommenen Sekretmenge entspricht.

An gleichviel Ameisen mit und ohne Kropffüllung nahm ich Messungen von Abdomenlänge, Abdomenbreite und Abdomenhöhe vor. Gemessen wurden immer die Ameisen, die vorher gewogen worden waren, so daß das Volumen des flüssigen Sekretes berechnet wurde, dessen Gewicht ich soeben angegeben habe.

Diese Messungen ergaben folgende Werte:

Für Ameisen mit prallem Kropf.

Ameisenart	Länge	Abdomen		Volumen des Abdomens
		Breite	Höhe	
	mm	mm	mm	mm^3
Lasius niger	1,99	1,19	1,17	1,451
Lasius fuliginosus . . .	2,66	1,66	1,65	3,816
Lasius brunneus . . .	2,002	1,234	1,166	1,508

Für Ameisen mit leerem Kropf.

Ameisenart	Länge	Abdomen		Volumen des Abdomens
		Breite	Höhe	
	mm	mm	mm	mm^3
Lasius niger	1,22	1,08	0,93	0,642
Lasius fuliginosus . . .	1,66	1,49	1,40	1,813
Lasius brunneus . . .	1,302	1,06	0,878	0,635

Die Differenz der Volumina und somit die durchschnittlich bei einmaliger Kropffüllung aufgenommene Sekretmenge je Ameise ist also für:

Lasius niger = 0,81 mm^3
Lasius fuliginosus = 2,00 „
Lasius brunneus = 0,87 „

Dadurch daß ich das Fassungsvermögen eines Kropfes und die Anzahl der gesamten Kropffüllungen kenne, ist es möglich, die Sekretmenge zu bestimmen, die die einzelnen Ameisenarten sammelten und im Laufe von 100 Tagen ins Nest brachten.

Das Volumen des in 100 Tagen gesammelten Sekretes ist für:

Ameisenart	Fassungsvermögen eines Kropfes mm^3	Anzahl der Kropffüllungen in 100 Tagen	Volumen des gesammelten Sekretes l
Las. niger	0,81	2 124 000	1,7204
Las. fuliginosus	2,00	2 553 500	5,107
Las. brunneus	0,87	1 317 500	1,146

Das in 100 Tagen gesammelte Sekret muß also auch wenigstens der Flüssigkeitsmenge entsprechen, die die Blattläuse ihren Wirtspflanzen abzapfen und gibt somit einen Anhaltspunkt für die Größe der schädigenden

Wirkung, die durch das Zusammenleben von Ameisen mit Aphiden den betreffenden Pflanzen zugefügt wird. Darauf soll aber in einem späteren Kapitel eingegangen werden.

Aus dem Gewicht und der Menge des gesammelten Sekretes kann nun leicht das Gewicht eines Kubikmillimeters dieser Stoffe berechnet werden. Es wäre somit auch ein Vergleich der Güte des von den einzelnen Aphidenarten produzierten Sekretes möglich.

1 mm^3 Sekret von *Aphis sambuci* wiegt . . . . . 1,25 mg
1 mm^3 Sekret von *Doralis fabae* wiegt . . . . . 1,2 mg
1 mm^3 Sekret von *Periphyllus testudinatus* wiegt . . . 1,28 mg

Nach Zander (1913, S. 112) hat die Honigblase einer Biene bei praller Füllung ein mittleres Fassungsvermögen von 15 mm^3. Das Gewicht der aufgenommenen Süßstoffe allein beträgt nach seinen Angaben 20 mg. Es würde also 1 mm^3 dieser Stoffe ein Gewicht von 1,33 mg haben. Daß dieser Wert etwas größer ist als der von mir für das Sekret der einzelnen Blattlausarten gefundene, besagt, daß der von Bienen gesammelte Nektar zuckerreicher sein muß. Der Wassergehalt der Aphidensekrete muß größer und somit dieses leichter als der Nektar sein, da der von den Blattläusen abgesonderte Süßstoff der Verdunstung nicht solange ausgesetzt ist, denn er wird von den anwesenden Ameisen immer gleich aufgeleckt.

Daß sogar das Sekret der verschiedenen Blattlausarten eine verschiedene Güte hat, ist an den Werten für 1 mm^3 dieser Stoffe erkennbar.

Den geringsten Süßstoffgehalt hat demnach in den von mir untersuchten Fällen das Sekret von *Doralis fabae*. Sicherlich ist die Güte des Sekretes auch ausschlaggebend für den Besuch der Ameisen. Büsgen (1891) führt das Fehlen von Ameisen bei einigen Aphidenarten auf diesen Umstand zurück. Unter anderen rechnet er zu diesen auch *Doralis fabae* — nach Weber (1935, S. 235) soll Büsgen diese Aphidenart als *Aphis evonymi* angesprochen haben — die er nie von Ameisen besucht fand. Daß aber im vorliegenden Fall *Doralis fabae* von *Lasius fuliginosus* aufgesucht wurde, mag wohl hauptsächlich damit zusammenhängen, daß ich diese Ameisen künstlich auf einem Gebiet, das sie nicht verlassen konnten, ansiedelte und ihnen keine andere Ernährungmöglichkeit bot, als die Sekrete dieser Blattlausart zu verwerten.

Wurde im voraufgegangenen Teil meiner Untersuchung nur die Gesamtheit der Sammelwege berücksichtigt und angenommen, daß stets ein und dieselben Ameisen bei den Aphiden tätig waren, so soll nun auch der Sammelanteil einer jeden beteiligten Ameise erfaßt werden. Die Zahl der verschiedenen Individuen, die sich beim Sekretsammeln beschäftigt haben, soll also festgestellt werden.

Bei dem im Rahmen dieser Erörterungen noch folgenden Untersuchungen wurde *Lasius brunneus* nicht mehr berücksichtigt, da mit Farbmarkierungen gearbeitet werden mußte. Zu solchen Versuchen erwies sich aber diese Art wegen ihres scheuen und ängstlichen Wesens als völlig ungeeignet.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß jede Ameise über längere Zeitspannen ihre Sammeltätigkeit ausübt. Daß sie auch mehrmals im Laufe eines Tages zu den Aphiden zurückkehrt, zeigte ich bereits (s. S. 398—399).

Um eine Vorstellung davon zu erhalten, wie oft eine Ameise in der Lage ist, an einem Tage zu den Aphiden zurückzukommen, mußten sehr viele Sammlerinnen längere Zeit hindurch beobachtet werden. Es muß auch hier wieder gesagt werden, daß man sich mit Mittelwerten, die aus einer großen Reihe von Einzelbeobachtungen gewonnen wurden, zufrieden geben muß, da die Ameisen in ihrem ganzen Wesen und Verhalten zu plastisch sind, als daß eine mathematische Norm aufgestellt werden könnte. Ferner müssen Faktoren, wie Ameisenart, also Fassungsvermögen des Kropfes, Anzahl der Blattläuse und als äußerst wichtig schließlich noch die Entfernung zwischen Ameisennest und besuchten Aphiden genaueste Berücksichtigung finden.

Die mittlere Entfernung zwischen den Ameisennestern und den untersuchten Blattlauskolonien betrug:

bei *Las. niger* mit *Aphis sambuci* (Station D) . . . . 2,80 m
bei *Las. fuliginosus* mit *Doralis fabae* (Anlage) . . . . 4,50 m

Während vieler Tage wurden die einzelnen durch Farbflecke kenntlich gemachten Ameisen kontrolliert und die Zeit ermittelt, die sie benötigten, um einen ganzen Sammelweg zurückzulegen. Unter diesem verstehe ich den Weg vom Nest zu den Aphiden und zurück sowie die Zeit für Sekretaufnahme bei den Blattläusen und die Dauer des Aufenthaltes zur Verfütterung des Sekretes im Ameisennest.

Für diesen Zyklus benötigte *Lasius niger* im Mittel 42,5 Min. und *Lasius fuliginosus* 162 Min.

Aus diesen Werten ist ersichtlich, daß ein *Lasius niger* 34 und ein *Lasius fuliginosus* neun Sammelwege in 24 Stunden bewältigen kann. Wenn ich aber für *Lasius niger* nur 30 und für *Lasius fuliginosus* sieben Wege in dieser Zeit annehme, so sind diese Werte sicherlich nicht zu hoch gegriffen.

Da mir die Anzahl der Gesamtwege im Laufe eines Tages bekannt ist, kann ich somit auch die Anzahl der verschiedenen Sammlerinnen bestimmen, die sich je Tag beim Sammeln des Sekretes beteiligten. Demnach wurden die 21240 Sammelwege bei *Lasius niger* von rund 700 verschiedenen Ameisen ausgeführt. *Lasius fuliginosus* legte in der gleichen Zeit 25535 solcher Wege zurück. An diesen beteiligten sich also rund 3650 verschiedene Nestgenossen.

Es kann nun auch gesagt werden, wie groß der Sammelanteil einer jeden Sammlerin ist, d. h. wie groß die Sekretmenge ist, die eine einzelne Ameise ihrem Nest zuführt. Die Größe dieser Menge beträgt für ein *Lasius niger* je Tag 24,3 mm^3 und in 100 Tagen somit 2,43 cm^3. Ein *Lasius fuliginosus* bringt in den gleichen Zeiten 14 mm^3, bezw. 1,4 cm^3 zum Nest.

Ob nun wirklich eine Ameise 100 Tage gleichförmig Sekret sammelt, soll dabei außer acht gelassen werden, denn es kann auch durch Farb-

markierungen eine Ameise nicht allzu lange im Freien eindeutig beobachtet werden, da durch das häufige Füllen und Leeren des Kropfes die Farbe absplittert und vor allen Dingen durch Regen und Erdfeuchtigkeit allmählich die Farbe verlorengeht, so daß besonders nach längerem Regenfall die Ameisen nicht mehr voneinander unterschieden werden können.

Die Dauer eines ganzen Sammelweges setzt sich zusammen aus folgenden vier Teilzeiten:

	Lasius niger	*Lasius fuliginosus*
1. Sekretsammeln	8,5 Min.	110 Min.
2. Weg zum Nest	6,0 „	9 „
3. Aufenthalt im Nest	21,0 „	33 „
4. Weg zu den Aphiden . . .	7,0 „	10 „
Gesamtzeit eines Sammelweges	42,5 Min.	162 Min.

Die Dauer eines Sammelweges wird also stets abhängen von der Entfernung, die die Ameisen zwischen Blattläusen und Ameisennest zurückzulegen haben. Ferner können die Unterschiede der Sammelwege bedingt sein: durch Art der Ameisen und Art der Blattläuse. Da aber, wie später gezeigt wird, *Doralis fabae* weniger Honig abgibt, wäre hier wohl in erster Linie die Blattlaus verantwortlich.

Aus der Aufteilung in die einzelnen Zeiten ist zu ersehen, daß beide Ameisenarten den Weg von den Blattläusen zum Nest in kürzerer Zeit bewältigen als den umgekehrten. Man erkennt also klar, daß eine Ameise mit prall gefülltem Kropf ihren Heimweg zum Nest mit größerer Eile zurücklegt. In diesen Zeiten sind natürlich auch die Zeiten mit enthalten, die die Ameisen auf ihren Wegen dadurch verlieren, daß sie sich nicht mit gleichbleibender Geschwindigkeit fortbewegen, sondern bald hier und bald dort stehen bleiben, um diesen oder jenen Gegenstand mit ihren Fühlern zu betasten und zu untersuchen.

Beim Besuch von Blattläusen legt also ein *Lasius niger* auf dem Wege zu denselben 1 m in $2^1/_2$ Min. zurück, während der Weg zum Nest mit einer Geschwindigkeit von $2^1/_7$ Min. je Meter durchlaufen wird. Für *Lasius fuliginosus* sind die entsprechenden Werte für 1 m $2^1/_4$ bezw. 2 Min.

Ausschlaggebend für den Nahrungsbedarf eines Ameisennestes ist natürlich seine Gesamtstärke. Leider lassen sich einwandfreie Auszählungen der Individuenzahl eines Nestes im Freien nicht exakt durchführen. Ich griff daher wieder zum Experiment. Die Erscheinung, daß nicht alle Tiere eines Nestes zur Ausbeute einer Nahrungsquelle auslaufen, gab mir einen Weg zur ungefähren Bestimmung der Neststärke an. Bei Fütterung mit Zuckerwasser zählte ich die verschiedene Zahl der Sammlerinnen. Farbmarkierungen erleichterten dieses Verfahren. Wenn nun keine neue Ameise mehr zum Futter auslief und genügend Nahrung gesammelt war, so daß alle Nestgenossen pralle Kröpfe hatten, stellte ich die Gesamtstärke des

Nestes und seine Zusammensetzung fest. Es wurden solche Auszählungen häufig wiederholt. Ein Vergleich der Zahl der verschiedenen Sammlerinnen zur Gesamtstärke führte zu einem Wert, der je nach der Nestzusammensetzung schwankte. Es war der prozentuale Anteil der Ameisen, welche sammelten, um so größer, je weniger Brut sich im Nest befand. Durch Variieren dieser Werte gelangte ich zu Werten, die in folgender Tabelle (Tab. 7) für *Lasius niger* wiedergegeben werden sollen.

Tabelle 7.

Prozentualer Anteil von Arbeiterinnen eines Nestes (*Lasius niger*) beim Ausbeuten einer Nahrungsquelle (Zuckerwasser).

Nest Nr.	Datum	Nestzusammensetzung Anzahl der					Anzahl der Sammlerinnen
		♀♀	♀ ♀	Puppen	Larven	Eier	
1	30. 8. 1935	46	—	—	—	—	14 = 30,4 %
5	26. 10. 1935	63	—	—	—	—	19 = 30,2 „
2	26. 11. 1935	72	—	—	—	—	22 = 30,6 „
1	6. 8. 1935	73	—	—	—	—	22 = 30,6 „
1	23. 8. 1935	76	—	45	—	—	21 = 27,6 „
2C	7. 9. 1936	58	—	—	29	—	15 = 25,8 „
2C	13. 8. 1936	68	—	—	35	—	17 = 25,0 „
2	25. 8. 1936	125	1	35	—	2 Pak.	28 = 22,4 „
2	22. 8. 1936	138	1	1	109	1 Pak.	28 = 20,3 „
2	15. 9. 1936	128	1	2	131	1 Pak.	24 = 18,75 „

Die letzte Zeile obiger Tabelle, die den Verhältnissen im Freien wohl am nächsten kommen dürfte, zeigt, daß nur 18,75% aller Nestgenossen Nahrung eintrugen. Es kann somit mit ziemlicher Sicherheit gesagt werden, daß sich höchstens 15—20% aller Individuen eines Nestes im Freien mit Nahrungsbeschaffung befassen.

Oekland (1930) schätzt die Anzahl der sekretsammelnden Ameisen auf etwa $^1/_5$ der ganzen Nestbevölkerung. Es würde also seine hypothetische Annahme von mir experimentell als richtig bestätigt worden sein.

Nehme ich an, daß für *Lasius fuliginosus* derselbe Wert gilt, den ich für *Lasius niger* gefunden habe, so haben die beiden untersuchten Ameisennester, wenn ich die Anzahl der Sammlerinnen mit 17,5% der gesamten Arbeiterinnen zugrunde lege, folgende Bevölkerungstärken:

Lasius niger rund 4100 Arbeiterinnen und
Lasius fuliginosus rund 21000 Arbeiterinnen,

da 700 *Lasius niger* und 3650 *Lasius fuliginosus* an einem Tage beim Sekretsammeln festgestellt worden waren.

Betont muß hierbei werden, daß es sich bei *Lasius fuliginosus* um einen Staat handelte, der in den Institutsgarten künstlich verpflanzt wurde. Natürliche Nester sind vermutlich weit größer. Weiter muß immer wieder

betont werden, daß in solchen rechnerisch ermittelten Zahlenwerten große Fehlerquellen stecken können. Jedoch ist in diesen oder ähnlichen Berechnungen der einzige Weg gegeben, der uns einen Anhaltspunkt für die Größe des Nahrungshaushaltes eines Ameisenstaates bietet. Daß ich bei meinen Berechnungen Werte herausbekommen habe, die sich mit denen anderer Autoren, gewonnen durch Schätzungen oder andere Methoden, verhältnismäßig gut decken, zeigt indessen, daß sie der Wirklichkeit recht nahekommen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden:

1. Der Ameisenbesuch bei Blattläusen ist Schwankungen unterworfen, die nicht nur von der Tageszeit abhängen, sondern auch durch Witterungseinflüsse wesentlich bedingt sind.

2. Der übermäßig starken Sonnenbestrahlung entziehen sich die Ameisen dadurch, daß sie ihre Straßen zu den Blattläusen auf die Nordseiten der Stämme von Sträuchern und Bäumen verlegen.

3. Die Berechnung der Blattlaussekretmenge, die innerhalb von 100 Tagen dem Nahrungshaushalt der untersuchten Ameisennester zugeführt wird, ergab für:

Lasius niger . .	1,7204 l	mit	einem	Gewicht	von	2,145 kg
Lasius fuliginosus	5,1070 l	„	„	„	„	6,454 kg
Lasius brunneus .	1,1460 l	„	„	„	„	1,462 kg

4. Der Vergleich des Gewichtes eines Kubikmillimeters der verschiedenen Blattlaussekrete läßt eine verschiedene Güte derselben erkennen, die ausschlaggebend sein wird für das Anlocken von Ameisen.

5. Die Anzahl der Blattlausbesuche hängt von der Art der Ameisen und Aphiden sowie von der Entfernung zwischen Ameisennest und Aufenthaltsort der Aphiden ab.

6. Die mit prallgefülltem Kropf ins Nest heimkehrenden Ameisen laufen schneller als die mit leerem Kropf zu den Aphiden ausziehenden.

7. Die Anzahl der gleichzeitigen Sammlerinnen beträgt höchstens 15 bis 20% aller Gesamtarbeiterinnen eines Nestes.

III. Einfluß des Zusammenlebens von Ameisen und Blattläusen auf die Wirtspflanzen.

Die angeführten Untersuchungen hätten nur halben Wert, wenn nicht auch gleichzeitig auf den Einfluß eingegangen würde, der durch das Zusammenleben von Ameisen mit Blattläusen auf die Wirtspflanzen ausgeübt wird.

Es wurde bereits gezeigt, daß die Ameisen im Laufe eines Sommers ziemlich große Mengen an Blattlaussekret in ihr Nest bringen. Das Sekret stammt zwar von den Aphiden, aber diese zapfen es wieder den Pflanzen ab, so daß zunächst die Blattläuse und somit schließlich die Ameisen als

Schädiger der Pflanzen anzusehen sind. Wenn man bedenkt, daß dieser den Pflanzen entzogene Saft dem Haushalt und dem Aufbau derselben verloren geht, so kann man schon von vornherein sagen, daß durch das Zusammenleben beider Insektenarten Nachteile für die betreffenden Gewächse entstehen müssen. Die Größe dieser Schädigung und ihre Äußerungen an den Pflanzen selbst sollen daher Gegenstand der folgenden Erörterungen sein. Desgleichen soll auch untersucht werden, ob die Schädigungen größer werden, wenn Ameisen zu den Blattläusen hinzutreten, und wie groß der Unterschied ist.

Um eine Antwort auf diese Fragen geben zu können, war es zunächst notwendig, beide Insektenarten während des Sekretsammelns noch eingehender zu beobachten. Ich bestimmte daher zuerst die durchschnittliche Anzahl der Sekrettröpfchen, die von den Ameisen zur Kropffüllung aufgenommen werden mußte. Diese ist selbstverständlich für *Lasius niger* eine andere als für *Lasius fuliginosus*. Auch zeigten sich bei den einzelnen Individuen innerhalb derselben Art Schwankungen, die letzten Endes nicht nur von den einzelnen Ameisen abhingen, sondern ihren Hauptgrund in der verschiedenen Größe der Aphiden einer Kolonie hat, da von ihr die abgegebene Tröpfchengröße abhängt.

Die Auszählungen, die in dieser Richtung unternommen wurden, ergaben, daß ein *Lasius niger* im Mittel 25 von *Aphis sambuci* abgesonderte Sekrettröpfchen und *Lasius fuliginosus* deren 62 von *Doralis fabae* aufsammeln mußte, um seinen Kropf prall anzufüllen.

Es entsprechen also 25 Sekrettröpfchen von *Aphis sambuci* einer Kropffüllung von *Lasius niger*. Diese haben somit ein Volumen von 0,81 mm^3 und ein Gewicht von 1,01 mg. Desgleichen ergeben 62 Sekrettröpfchen von *Doralis fabae* ein Volumen von 2,00 mm^3 mit einem Gewicht von 2,41 mg.

Da die abgegebenen Sekrettröpfchen als Kugeln angesehen werden können, läßt sich rein rechnerisch Gewicht, Volumen und Durchmesser eines Tröpfchens mittlerer Größe bestimmen. Diese drei Werte seien im folgenden angegeben.

Für ein solches Tröpfchen erhielt ich:

Aphidenart	Gewicht	Volumen	Durchmesser
Aphis sambuci	0,0404 mg	0,0324 mm^3	rund 0,4 mm
Doralis fabae	0,0388 mg	0,0323 mm^3	rund 0,4 mm

Um einen Kubikmillimeter zu liefern, müßten demnach beide Aphidenarten 31 Sekrettröpfchen ausscheiden.

Um aber auch die Mehrschädigung der Pflanzen zu erfassen, die durch das Zusammenleben von Ameisen mit Blattläusen entsteht, wurde die Anzahl der Sekrettröpfchen gezählt, die die Aphiden im Laufe eines Tages

a) in Anwesenheit und b) in Abwesenheit der Ameisen, d. h. wenn die Aphiden überhaupt nicht von Ameisen besucht wurden, absonderten.

Es wurde dafür die Zeit, die zwischen zwei von ein und derselben Blattlaus abgegebenen Sekrettröpfchen liegt, in beiden Fällen bestimmt. Sehr viele, sich über mehrere Stunden hinziehende Beobachtungen wurden dazu an vielen Aphiden derselben Sträucher vorgenommen. Aus diesen wurde das Zeitmittel errechnet und dieses dann der weiteren Untersuchung unterlegt.

a) So gaben 15 *Aphis sambuci* bei Anwesenheit von *Lasius niger* in 449 Minuten 103 Sekrettröpfchen ab. Es wurde also alle 4,5 Minuten ein Tropfen von jeder dieser Blattläuse produziert. Wird diese Produktion gleichmäßig auf 24 Stunden ausgedehnt, so ist eine *Aphis sambuci* in der Lage, rund 300 Tröpfchen in dieser Zeit zu liefern. Diese Sekretmenge hat ein Volumen von 9,72 mm^3 und ein Gewicht von 12,12 mg. Würde eine *Aphis sambuci* 100 Tage leben und stets von Ameisen besucht werden, so hätte das von ihr dem Nahrungshaushalt der Ameisen zugeführte Sekret ein Volumen von 972 mm^3 und ein Gewicht von 121,2 mg.

Doralis fabae ist nicht so produktionsfähig. In Anwesenheit von *Lasius fuliginosus* wurde im Mittel alle 13,4 Minuten ein Tröpfchen von einer Aphide abgegeben. Die Gesamtproduktion im Verlauf von 24 Stunden würde daher nur rund 100 solcher Tröpfchen betragen, die ein Volumen von 3,23 mm^3 und ein Gewicht von 3,88 mg haben. Auf 100 Tage bezogen, ergäbe sich daher eine Sekretmenge von 323 mm^3 mit einem Gewicht von 388 mg.

Aus der Gegenüberstellung der entsprechenden Werte beider Blattlausarten ergibt sich, daß *Aphis sambuci* dreimal so viel Sekret abgibt wie *Doralis fabae*. Es wird daher auch *Aphis sambuci* der Pflanze dreimal soviel Saft abzapfen, die Schädigung von *Sambucus* also dreimal so groß sein wie die von *Evonymus*.

b) In dem Fall, daß beide Aphidenarten nicht von Ameisen besucht wurden, ergaben diese Untersuchungen folgende Werte:

Aphis sambuci . . . . in 27,5 Minuten einen Tropfen
Doralis fabae . . . . in 41.0 Minuten einen Tropfen

Die Tagesproduktion einer *Aphis sambuci* wäre demnach auf rund 50 Tröpfchen anzusetzen, die einer *Doralis fabae* auf rund 35.

Daß aber diese Sekrettröpfchen größer sind als die in Anwesenheit von Ameisen ausgeschiedenen, ist mit Bestimmtheit anzunehmen, da doch unter diesen Umständen die Blattläuse mehr Zeit zur Verfügung hatten, um den Pflanzen Saft abzuzapfen, ehe sie denselben wieder absonderten. Nehme ich als Mittelwert eines solchen Tröpfchens nicht einen Durchmesser von 0,4 mm, sondern von 0,5 mm an, so ergibt sich, daß das Volumen desselben genau doppelt so groß ist. Es würden also die 50 von *Aphis sambuci* abgegebenen Sekrettropfen ein Volumen von 100 in Anwesenheit von *Lasius niger* abgegebenen Tröpfchen haben. Desgleichen

haben die 35 Tropfen von *Doralis fabae* ein Volumen von 70 in Anwesenheit von *Lasius fuliginosus* abgegebenen.

In folgender Übersicht soll die Sekretproduktion eines Tages für ein Individuum beider Aphidenarten mit und ohne Ameisenbesuch gegenübergestellt werden:

Aphidenart	Ausgeschiedene Sekretmenge je Tag		Differenz
	ohne Ameisenbesuch	mit Ameisenbesuch	
Aphis sambuci . . .	3,24 mm³	9,72 mm³	6,48 mm³
Doralis fabae . . .	2,28 mm³	3,23 mm³	0,95 mm³

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, daß *Lasius niger Aphis sambuci* zu einer dreimal größeren Sekretproduktion veranlaßt, während *Doralis fabae*, von *Lasius fuliginosus* besucht, ihre Produktion nur rund um $^1/_3$ zu steigern vermag. Es würde dadurch die Schädigung der Pflanzen in gleichem Maße zunehmen.

Da aber umgekehrt, wie Untersuchungen ergaben, *Lasius niger Doralis fabae* und *Lasius fuliginosus Aphis sambuci* zu derselben Produktionssteigerung veranlassen, ist der Hauptfaktor für die verschieden abgegebene Sekretmenge zunächst im Saftreichtum der Pflanzen selbst zu sehen. Dabei soll es dahin gestellt bleiben, ob nicht das Saugvermögen beider Aphidenarten ein verschieden großes ist.

Wenn die Aphiden nicht von Ameisen besucht werden, tritt also schon eine Schädigung der Pflanzen durch den Saftentzug ein. Daß aber diese Schädigung, vor allen Dingen von Sträuchern und Bäumen, kaum nennenswert ist, äußerte schon Büsgen (1891, S. 62). Der Schaden wird zum Teil erheblich größer, wenn sich Ameisen zu den Aphiden gesellen. Jedoch kann wohl kaum ein Strauch oder Baum durch sie zum Absterben gebracht werden. Die auftretende Schädigung äußert sich hauptsächlich darin, daß das Wachstum etwas verlangsamt wird oder daß sich weniger Blätter ausbilden und schließlich der Anblick einer solchen Pflanze durch Blatteinrollungen einen Teil ihres ästhetischen Wertes einbüßt. Rein äußerlich wird also der Gesamtschaden nur gering sein, da alle Holzgewächse eine verhältnismäßig große Widerstandsfähigkeit besitzen.

Wie wirkt sich dieses Zusammenleben beider Insektenarten auf krautige Pflanzen und deren Ertrag aus? Diese Frage ist für uns schon deshalb von Wichtigkeit, da ein großer Teil unserer Nahrung aus solchen Pflanzen oder deren Früchten besteht.

Um diesen Einfluß auf Nutzpflanzen näher zu untersuchen, setzte ich einen Versuch ähnlich dem von H. Bos (1887/88) an. Ich bepflanzte zwei nebeneinander liegende Beete, die durch einen Wassergraben voneinander getrennt und gemeinsam mit einem solchen umgeben waren, mit *Vicia faba* (Abb. 18). Beide Beete lagen unter gleichen Außenbedingungen.

Das Beet A wurde von Ameisen freigehalten, während das Beet B mit einer großen Menge von *Lasius niger* nebst Brut besiedelt wurde. Um eine unterirdische Zu- und Abwanderung zu verhüten, zog ich unter der Wasserrinne eine Betonwand bis zu 50 cm Tiefe hinab.

Am 23. April 1936 pflanzte ich auf jedes Beet (je 16 m²) 100 Bohnen (*Vivia faba*). Schon am 9. Mai waren die jungen Pflänzchen durch die Erde gedrungen. Es wurden sechs Pflanzen auf Beet A und drei auf Beet B durch Pflanzen von einem Ersatzbeet ergänzt, da sie ausgeblieben waren. Es waren somit am 10. Mai auf jedem Beet 100 gute Pflanzen. Acht Tage später waren die Pflanzen etwa 25 cm hoch, als sich die ersten geflügelten *Doralis fabae* an ihnen zeigten. Sie wurden von mir so verteilt, daß jede Pflanze ein bis zwei solcher Aphiden besaß, so daß am 24. Mai alle Pflanzen von *Doralis fabae* befallen waren. Am selben Tage wurde nun Beet B mit einigen 1000 *Lasius niger* nebst Brut besiedelt. Schon am Tage darauf sah ich einige Aphiden von Ameisen besucht. Bald war aber keine Pflanze mehr frei von Ameisen, und am 8. Juni zeigten sich auf beiden Beeten die ersten Blüten. Am 10. Juni hatte jede Pflanze eine Menge von Blüten entfaltet. Leider setzte während dieser Zeit häufig Regenfall ein, so daß ein Teil der Blüten verregnete, gelb wurde und dann abfiel.

Abb. 18. Die Pflanzen kurz vor der Blüte. (Phot. Goetsch.)

Am 23. Juni untersuchte ich die Pflanzen auf ihren Blattlausbefall. Die F_1-Aphidengeneration zeigte sich gegen Anfang dieses Monats. Das Beet A hatte 39 Pflanzen mit recht wenig Befall. Der Rest der Pflanzen war stark befallen. Auf Beet B dagegen waren nur 13 Pflanzen, die wenige Aphiden aufwiesen. Die übrigen zeigten eine Befallsstärke, die noch größer war als die der entsprechenden Pflanzen auf Beet A.

Der Aphidenbefall von Beet A verhielt sich zu dem von Beet B wie etwa 1 : 2, d. h. die Anwesenheit der Ameisen hatte eine fast zweimal so starke Vermehrung der Aphiden bedingt. Der stärkere Aphidenbefall auf Beet B kann hervorgerufen worden sein:

1. durch den geringfügigen Schutz, den die Ameisen den Aphiden ungewollt zukommen lassen; 2. dadurch, daß die Ameisen, wie ich bereits zeigte, die Aphiden zu stärkerer Saugtätigkeit veranlassen, wodurch diese wiederum befähigt werden, mehr Nachkommen zu erzeugen. Endlich wäre der Umstand noch zu berücksichtigen, daß auf dem Beet A keine Ameisen da waren, die das Aphidensekret sammelten, und somit ein Teil der Aphiden durch Verkleben mit dem umhergespritzten Sekret eingingen und deshalb keine Nachkommen hervorbringen konnten. Ob aber noch andere Faktoren dabei ausschlaggebend sind, müßte erst näher untersucht werden. Das Zusammenwirken der genannten drei Faktoren kann nach meinen Beobachtungen genügen, einen solchen Unterschied in der Befallsstärke hervorzurufen. Bos kam bei seinem Versuch auch zu ähnlichen Werten bezüglich der verschiedenen Befallsstärke.

Am 22. Juli entschloß ich mich, die Beete abzuernten. Der Ertrag war auf beiden Beeten nicht groß. Dennoch war der prozentuale Unterschied so augenscheinlich, so daß ich noch näher auf diesen Versuch eingehen kann.

Bei der Ernte waren auf Beet A noch 97 Pflanzen. Drei waren eingegangen. Von diesen waren zwei stark und eine kaum von Aphiden befallen. Das Beet B hatte nur mehr 90 Pflanzen. Es waren 10 Pflanzen eingegangen, von denen acht stark und zwei kaum befallen waren. Das Verhältnis der eingegangenen Pflanzen war also 1 : 3.

Es seien hier nur einige der wichtigsten Ernteergebnisse aus dem Bohnenversuch wiedergegeben:

Die Ernte lieferte auf	Beet A	Beet B
1. gute Schoten	72	32
2. gute Bohnen	193	91
3. Gewicht der Bohnen	385 g	160 g
4. Durchschnittsgewicht der Bohnen an einer Pflanze	4,12 g	1,83 g
5. Anzahl der schotentragenden Pflanzen	49	25
6 mittlere Pflanzenlänge	100 cm	85 cm

Aus allen obigen Ergebnissen geht hervor, daß der Ernteertrag beider Beete im Verhältnis 1 : 2 steht, wobei der Ertrag von Beet A noch mehr als doppelt so groß ist wie der von Beet B. Es ist also der Unterschied von gut 50 % auf das Zusammenleben der Ameisen mit den Blattläusen zurückzuführen. Außerdem hatten die Pflanzen auf Beet A eine Durchschnittslänge von 100 cm, die auf Beet B betrug nur 85 cm. Dieser Unterschied ist aber hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die Pflanzen, die keinen Ameisenbesuch hatten, mehrere Triebe erzeugten, die mit in die Berechnung aufgenommen wurden, wogegen die anderen Pflanzen in der Regel nur einen Haupttrieb, der aber nicht größer war als der der Pflanzen von Beet A, aufwiesen.

Daß natürlich ein derart großer Ernteausfall äußerst ernst zu nehmen ist, braucht nicht besonders betont zu werden.

Ich möchte hier eine Beobachtung einschalten, die ich am 11. Juni 1936 erstmalig durch Zufall während einiger Untersuchungen an meinen Bohnenbeeten machte.

Es hatten sich mehrere Bienen bei den Blüten der *Vicia faba* eingefunden, um den Nektar zu saugen. Plötzlich wurde eine Biene, die sich gerade auf der Blüte niedergelassen hatte, von einem *Lasius niger* — es waren mehrere Ameisen bei den in Blütennähe sitzenden Aphiden anwesend — angefallen. Er biß sich an einem Bein der Biene fest. Darauf flog die Biene gleich auf und trug die Ameise ein Stück mit fort. Die Blüte war nicht zur Befruchtung gekommen, da die Biene den Blütenrand kaum erst überschritten hatte. Als ich nun darauf meine Aufmerksamkeit besonders auf diesen Umstand lenkte, stellte ich solche Vorgänge häufiger fest. Es mußten also durch das Vertreiben der Bienen durch die Ameisen die Blüten auf dem Beet B schlechter befruchtet werden können als die auf dem Beet A. Da sich auf beiden Beeten die Aphiden vornehmlich dicht bei den Blüten angesiedelt hatten, ist mit Sicherheit anzunehmen, daß ein Teil des Wenigerertrages diesem Umstand zukommt.

Büsgen (1891, S. 73) sagt, daß die Ansiedlung der Blattläuse dicht bei den Blütenständen durchaus nicht immer ungefährlich sei. Er gibt jedoch keine Erklärung für seine Behauptung ab.

Daß diese auftretende Schädigung erheblich sein kann, beweisen die Ernteunterschiede meines Bohnenfeldversuches, die zu denselben Ergebnissen führten, zu denen auch Bos kam.

Auch an anderen Pflanzen kann ein erheblich großer Ernteausfall durch das Zusammenleben von Ameisen mit Blattläusen hervorgerufen werden. Dies konnte ich an den Früchten von *Sambucus* nachweisen.

Ich zählte die Früchte und leeren Fruchtstiele von zwei verschiedenen *Sambucus* aus. Der eine Strauch war vollkommen frei von Blattläusen. Es hielten sich somit auch keine Ameisen auf ihm auf. Der andere jedoch war gleichmäßig stark an Blättern, Zweigen und Blütenständen von *Aphis sambuci* befallen, die dort von *Lasius niger* aufgesucht wurden. Die Auszählung von je zehn Dolden ergab für den ersten Strauch 65,5% Früchte und 34,5% leere Ästchen. Der zweite Strauch lieferte nur 33,8% Früchte, während 66,2% der Ästchen leer waren. Diese Zählungen wurden vorgenommen, als die Früchtchen noch grün waren, so daß also noch keine Beeren abgefallen sein konnten. Es ergab demnach diese einfache Auszählung, daß fast 32% Wenigerertrag auf den schädigenden Einfluß von Ameisen und Blattläusen zurückzuführen ist.

Um nun aber auch die Größe der Schädigung allein zu untersuchen, die dann auftritt, wenn Aphiden in Blütennähe sitzend von Ameisen besucht werden, zählte ich einmal nur Dolden aus, die keine Aphiden in ihrer Nähe aufwiesen, Stengel und Blätter des Strauches jedoch von solchen

befallen waren, und zu zweit Dolden, die zur Blütezeit mit Blattläusen befallen waren und die dort von Ameisen gemolken wurden. Das Ergebnis sah aber wesentlich anders aus als das vorhergehende. Als Vergleich zu dieser Untersuchung seien hier nochmals die Werte angeführt, die die Auszählungen der Dolden ergaben, deren Sträucher keinerlei Blattlausbefall hatten.

Das Auszählergebnis von je 10 Dolden:

	Früchte %	Leere Ästchen %
1. *Sambucus* ohne Aphiden, ohne Ameisen . .	65,5	34,5
2. *Sambucus*-Blüten frei von Ameisen . . .	53,4	46,6
3. *Sambucus*-Blüten mit Aphiden u. Ameisen .	16,4	83,6

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß auch im 1. Fall kein 100prozentiger Ernteertrag vorhanden ist, sondern das rund $^1/_3$ aller Blüten keine Frucht angesetzt hatten. Der 2. Fall zeigt, das schon 12% des weiteren Ertragsausfalles auf die Saugtätigkeit der Blattläuse im Zusammenleben mit Ameisen zurückzuführen ist. Im 3. Fall steigert sich der Ausfall um noch weitere 37%.

Ein Vergleich zwischen den Auszählungen von Strauch 1 mit Strauch 3 zeigt, daß rund 50% des Ertragsausfalles dadurch bedingt wird, daß die Blattläuse in den Blütenständen saßen und daselbst von Ameisen aufgesucht wurden.

Bei meinen Untersuchungen in dieser Richtung habe ich es leider unterlassen, auch auf die Schädigung einzugehen, die dann entsteht, wenn die Blattläuse in den Blütenständen sitzen, ohne dort von Ameisen besucht zu werden. Es wäre dadurch auch möglich festzustellen, wie groß der Ernteausfall ist, der durch den Saftentzug auf die Fruchtknotenausbildung bedingt wird, um somit dann genauer die Größe des Schadens zu erhalten, der durch das Vertreiben der Blütenbestäuber durch die Ameisen verursacht wird. Allerdings wäre dabei noch zu berücksichtigen, daß die Aphiden durch den Zutritt von Ameisen eine gesteigerte Vermehrung erfahren, die wiederum einen größeren Saftentzug bewirken würde. Diese Versuche könnten mit Hilfe von Leimringen, die man unten am Hauptstamm anbringt, um die Ameisen fernzuhalten, leicht durchgeführt werden.

Um ein ganz eindeutiges Ergebnis zu erzielen, möchte ich folgende Versuchsserie, durchgeführt z. B. an *Sambucus*dolden, vorschlagen:

1. Auszählen von Dolden, deren Sträucher weder von Aphiden noch von Ameisen befallen sind.
2. Auszählen von Dolden an Sträuchern, an denen sich die Aphiden an Blättern und Stengeln angesiedelt haben (Leimringe legen, um Ameisenbesuch zu unterbinden).

3. Auszählen von Dolden, deren Blüten von Aphiden befallen sind (Leimringe legen, um Ameisen fernzuhalten).
4. Auszählen von Dolden mit Blattlausbefall nur an Blättern und Stengeln mit Ameisenbesuch.
5. Auszählen von Dolden mit Blattlauskolonien in den Blütenständen, die dort von Ameisen gemolken werden.

Die Leimringe in Versuch 3 an den krautigen Stengeln unterhalb der Blütenstände anzubringen, halte ich nicht für ratsam, da durch die Befestigung dieser Leimstreifen das Gewebe zusammengepreßt wird, die Leitungsbahnen würden dadurch verengt und vielleicht sogar ganz abgebunden, so daß die Resultate unbedingt falsch werden müßten. Die verholzten Teile des Hauptstammes selbst sind nicht so leicht zusammenzupressen. Man bringt daher die Leimringe vorteilhafter an diesem an.

Ganz davon abgesehen, daß ich in der angegebenen Versuchsreihe Versuch 2 und 3 nicht durchgeführt habe, kann ich mit Sicherheit folgendes sagen: Ist auch der Schaden, der durch das Zusammenleben von Ameisen mit Blattläusen den Pflanzen zugefügt wird, an der Pflanze selbst in ihrem äußeren Habitus kaum feststellbar, so zeigen meine Untersuchungen, daß er sich aber auf die Ertragfähigkeit derselben äußerst verhängnisvoll auswirkt. Gleichzeitig kann ich auch feststellen, daß die Ameisen für den Hauptanteil dieses Ertragsausfalles verantwortlich gemacht werden müssen, da sie:

1. die Aphiden zu größerer Saugtätigkeit veranlassen,
2. die Vermehrung der Aphiden begünstigen,
3. die Pflanzenbestäuber angreifen und vertreiben, so daß ein Teil der Blüten Gefahr läuft, nicht bestäubt zu werden.

Ich komme daher zu dem Schluß, daß es zur Hebung der Ertragsfähigkeit von Nutzpflanzen notwendig ist, dieser kleinen Gartenameise, *Lasius niger,* Einhalt zu gebieten, da sie sich als großer Schädling erweisen kann. Durch Vertilgen schädlicher Insekten usw. wiegt sie den Schaden, den sie anrichtet, nicht im entferntesten wieder auf, da sie die Süßstoffe der Blattläuse jeder Fleischnahrung vorzieht.

IV. Dipteren und Aphiden.

Bei meinen Untersuchungen an Ameisen in ihrem Zusammenleben mit Blattläusen machte ich am 10. Juli 1936 eine sehr interessante Beobachtung, die ich hier wiedergeben möchte. Als ich an diesem Tage gegen 17 Uhr bei sonnigem Wetter einige Untersuchungen an *Lasius fuliginosus* in ihrem Zusammenleben mit *Doralis fabae* durchführte, bemerkte ich, daß sich mehrere kleine Dipteren bei den Aphidenkolonien aufhielten. Sie waren äußerst lebhaft und liefen rege hin und her. Sie mußten auch wohl die Aufmerksamkeit der Ameisen auf sich gelenkt

haben, denn diese versuchten, die Dipteren zu ergreifen. Ich habe aber nie gesehen, daß eine derselben von den Ameisen gefangen wurde. Sobald sich eine Ameise den Dipteren näherte, liefen oder flogen diese fort. Dennoch ließen sich dieselben durch die Ameisen nicht endgültig vertreiben, sondern kamen recht bald wieder zu den Aphiden zurück. Es war mir dadurch klar, daß die Dipteren zu den Blattläusen wollten. Da ich annahm, daß sie die Aphiden mit ihren Eiern belegen wollten, entschloß ich mich, diese Erscheinung näher zu betrachten. Schon nach kurzer Zeit bot sich mir eine günstige Gelegenheit, einige dieser Dipteren näher zu beobachten, ohne daß dieselben von einer Ameise wahrgenommen und vertrieben wurden.

Zu meiner größten Überraschung stellte ich fest, daß ich mich in meiner Vermutung gänzlich getäuscht hatte. Es befand sich an einer Stelle des Strauches eine etwas größere Aphidenansammlung, die gerade nur von wenigen Ameisen besucht wurde. In die Nähe dieser Kolonie flog eine der flinken und gewandten Dipteren. Sie näherte sich auf dem Stengel durch ruckartige Laufbewegungen den Blattläusen. Dort angelangt, setzte sie sich hinter eine derselben auf ihre beiden letzten Beinpaare. Darauf erhob sie ihre Vorderbeine und betrillerte mit ihnen die Aphide in der gleichen Weise, wie das die Ameisen mit den Fühlern machen. Schon gleich nach den ersten Berührungen hob diese Aphide ihr Abdomen und ließ einen Sekrettropfen austreten. Dieser wurde darauf von der Diptere mit dem Saugrüssel ergriffen. Sobald sie diesen Tropfen erfaßt hatte, verließ sie die Aphide, den Tropfen am ausgestreckten Saugrüssel tragend. Ich verfolgte diese Diptere weiter und sah nun, daß sie den erhaschten Tropfen etwa 25—30 cm von der Blattlauskolonie entfernt aufsog. Darauf lief die Diptere zur Aphidenkolonie zurück, und es gelang ihr, nachdem sie einige Male von den Ameisen vertrieben wurde, ein neues Sekrettröpfchen auf die bereits geschilderte Art und Weise zu erlangen, das sie wiederum abseits der Kolonie verzehrte.

Das Verhalten der anderen Dipteren war genau dasselbe. Auch sie erhielten durch alternierende Streichelbewegungen mit den Vorderbeinen auf dem Abdomen der Aphiden von ihnen einen Sekrettropfen, der dann ebenfalls abseits der Kolonie gefressen wurde. Die Blattläuse benahmen sich während dieses Vorganges genau so, wie es der Fall war, wenn sie von Ameisen mit den Fühlern betrillert wurden.

Diese Erscheinung scheint übrigens gar nicht so selten zu sein, denn als ich daraufhin auch andere Blattlauskolonien beobachtete, stellte ich dasselbe fest. Ich fand dieselbe Dipterenart bei *Doralis fabae* auf *Vicia faba*, die ich in einer Freianlage im Zusammenleben mit *Lasius niger* untersuchte. Auf dem Beet, auf welchem ich *Lasius niger* angesiedelt hatte, verhielten sich die Dipteren in ihrem ganzen Gebaren so wie bei der Anwesenheit von *Lasius fuliginosus*. Auf dem von Ameisen freien Beet waren die Dipteren auch anwesend. Jedoch liefen sie mit dem

erhaschten Sekrettropfen nicht fort, sondern blieben bei den Aphiden sitzen und verzehrten ihn dort.

Bei *Aphis sambuci*, die von *Lasius niger* besucht wurden, stellte ich dasselbe fest. Es handelte sich hierbei aber um eine andere Dipterenart.

Ich fing nun einige der aphidenbesuchenden Dipteren ein. Die Bestimmung des gesammelten Materials nahm Konrektor O. Karl aus Stolp vor.

Die Bestimmung ergab, daß es sich in den beiden ersten Fällen, bei *Doralis fabae* auf *Evonymus* und *Vicia faba*, um eine Milichiide, *Desmometopa M. nigrum* Zett., handelte. Sie soll sich nach den Angaben von O. Karl an Fenstern aufhalten und sich von toten Insekten ernähren.

Die bei *Aphis sambuci* gefangene Dipterenart, *Leucopis griseola* Fll., eine *Chamaemyiide (Ochtiphilide)* soll sich als Larve von Blatt- und Schildläusen sowie von Spinneneiern ernähren, die Imagines sollen ihre Eier zwischen die Aphidenherden im Freien ablegen.

Näheres über die Biologie dieser Dipteren, speziell der Imagines war nicht zu erfahren, da diese beiden Familien in den neuesten Spezialwerken noch nicht eingehender bearbeitet worden sind. Auch Leander-Czerny aus Kremsmünster, der Bearbeiter dieser Dipterenfamilien für das von Lindner herausgegebene Werk: „Die Fliegen der paläarktischen Region" konnte mir keine nähere Auskunft über die Ernährungsweise der Imagines dieser Dipteren geben.

Leucopis griseola soll eine verhältnismäßig seltene Art sein. Trotzdem gelang es mir innerhalb weniger Tage zehn Exemplare bei den Blattläusen zu fangen.

Außer diesen genannten Dipteren besuchten auch noch andere Dipterenarten in gleicher Weise die Blattläuse. So fand ich bei *Aphis sambuci* noch einige Individuen von größeren Dipterenarten. Leider war es mir nicht möglich, eine von ihnen zu fangen, so daß ich über deren Art und Familie nichts aussagen kann.

Schon im Jahre 1910 machte Ernst (1912) eine Feststellung, die sich mit den von mir beobachteten Erscheinungen völlig deckt. Auch er stellte fest, das Aphiden *(Aphis sambuci?)* von Dipteren besucht und gemolken werden. Bei der von ihm beobachteten Diptere handelt es sich um *Fannia manicata.*

Es war mir also möglich, dieser aphidenbesuchenden Art zwei neue hinzuzufügen. Ob jedoch diese Erscheinung allgemein verbreitet ist, müßte erst näher untersucht werden. Während ich geneigt bin, das zu bejahen, möchte ich aber dieses Verhalten nicht als Symbiose oder als eine ihr verwandte Form bezeichnen.

Es sei aber zunächst folgendes festgehalten:

1. Aphiden werden von Dipteren wegen ihres Sekretes aufgesucht.
2. Diese Dipteren veranlassen die Aphiden durch alternierendes Betrillern derselben mit ihren Vorderbeinen, Sekret auszuscheiden.

3. Die Aphiden verhalten sich gegen diese Dipteren so wie gegen sekretsammelnde Ameisen.
4. Die Dipteren werden von den anwesenden Ameisen als lästige Näscher angegriffen und vertrieben.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Beobachtungen und Versuche wurden mit Ausnahme von *Iridomyrmex humilis* an einheimischen *Lasius*arten (*Lasius niger, fuliginosus* und *brunneus*) vorgenommen.

Die Untersuchungen wurden im Freien und in einem teilweise neu konstruierten Kunstnest durchgeführt.

Bei dem Mitteilungsvermögen der untersuchten *Lasius*arten wurden im wesentlichen die Ergebnisse von Goetsch bestätigt (verschiedene Alarmstufen, Spurbildung). Bei der Spurung konnten einige artbedingte Besonderheiten festgestellt werden.

Die jungen Blattläuse werden zu Beginn des Jahres nicht von den Ameisen auf die Pflanzen gebracht, sondern schlüpfen aus den an den Pflanzen überwinternden Eiern aus.

Nach voraufgegangener Häutung verbreiten sich diese jungen Aphiden selbständig auf den Pflanzen zur Neugründung von Blattlauskolonien.

Die Ameisen müssen die Blattläuse erst durch Absuchen der Pflanzenteile auffinden.

Wandernde Aphiden werden von den Ameisen entweder gar nicht beachtet oder nur kurze Zeit betrillert. Sie werden dann, wenn sie kein Sekret absondern, wieder sich selbst überlassen.

Die untersuchten Ameisenarten sind nicht als Verbreiter der Aphiden auf den Pflanzen anzusehen.

Das lange Verweilen der Ameisen bei den Aphiden zu Beginn des Frühjahres wird dadurch bedingt, daß zu dieser Zeit die Anzahl der Aphiden noch klein ist, die Individuen von geringer Körpergröße sind, und daß von diesen Aphiden in verhältnismäßig großen Zeitabständen nur kleine Sekrettröpfchen abgesondert werden.

Der Schutz der Aphiden durch die Ameisen ist „ungewollt“ und nur sehr gering. Die Ameisen reagieren hauptsächlich auf schnell bewegliche Körper und betrachten jeden Angriff auf die Aphiden als auf sich selbst gerichtet, wobei sie sich und somit auch gleichzeitig die Blattläuse verteidigen. Die langsamen Coccinellidenlarven und deren Imagines werden beim Verzehren der Blattläuse von den Ameisen ganz selten gestört.

Durch Schlupfwespen beunruhigte Blattläuse werden von den Ameisen ergriffen und getötet, wenn letztere durch die Aphiden erregt werden und mit deren wachshaltigem Verteidigungsstoff in Berührung kommen. Desgleichen können experimentell die Ameisen veranlaßt werden, Aphiden zu töten, wenn ihnen solche bei Nahrungsaufnahme vorgehalten werden.

Die Blattlausmumien legen Zeugnis ab von dem geringen Schutz, den die Ameisen den Aphiden gewähren.

Aphideneier werden von den untersuchten Ameisenarten nicht beachtet. *Lasius flavus* nimmt bezüglich der Pflege und Behandlung der Aphiden und deren Brut eine Ausnahmestellung ein.

Blattlaustransporte kommen im Sommer recht häufig vor, aber nur stammabwärts ins Ameisennest. Die Aphiden sind aber in solchen Fällen alle tot. Die Tatsache, daß die Ameisen nur tote Blattläuse ins Nest bringen, läßt darauf schließen, daß die Ameisen die Blattläuse nicht nur als „Melkvieh" betrachten, sondern auch noch die toten Aphiden in ihrem Nahrungshaushalt verwerten.

Versuche mit „künstlichen Aphiden" (mit Aloesaft unschmackhaft gemachte Dipteren) zeigten, daß sich die Ameisen gegen diese zunächst wie gegen echte Aphiden benehmen. Jedoch werden diese „künstlichen Aphiden" von den Ameisen nach Überwindung ihrer Scheu gegen die Unschmackhaftigkeit ins Nest gebracht, getötet und dann verzehrt. Lebende, echte Aphiden sind vermutlich für die Ameisen ebenfalls unschmackhaft. Wahrscheinlich ist ihre Unschmackhaftigkeit in dem wachshaltigen Sekret zu suchen, daß die Aphiden aus ihren Abdominalröhrchen entleeren.

Im allgemeinen besucht die einzelne Ameise während größerer Zeitspannen immer dieselbe Blattlauskolonie, wie sich durch Farbmarkierungen feststellen ließ (vgl. Tab. 1).

Das Sammeln und Eintragen der Blattlausexkremente wird sowohl von großen als auch von kleinen Arbeiterinnen erledigt.

Der Ameisenbesuch bei Blattläusen ist Schwankungen unterworfen. Gewöhnlich ist dieser Besuch während des Tages stärker als zur Nachtzeit (vgl. Tab. 2—6). Der übermäßigen Sonnenbestrahlung entziehen sich die Ameisen gewöhnlich dadurch, daß sie ihre Straßen zu den Blattläusen auf die Nordseiten der Stämme von Sträuchern und Bäumen verlegen.

Die dem Nahrungshaushalt während 100 Tagen zugeführte flüssige Blattlaussekretmenge wurde für die untersuchten Ameisennester errechnet (vgl. Kap. II E.).

Das von den einzelnen Aphidenarten abgesonderte Sekret hat einen verschiedenen Zuckergehalt, der ausschlaggebend sein dürfte für das Anlocken von Ameisen.

Die Anzahl der gleichzeitigen Sammlerinnen beträgt höchstens 15 bis 20% der Gesamtarbeiter eines Nestes (vgl. Tab. 7).

Vermehrung und Saugtätigkeit der Blattläuse kann durch Ameisenbesuch auf das Zwei- bis Dreifache gesteigert werden.

Der Schaden, der durch das Zusammenleben von Ameisen und Blattläusen den Wirtspflanzen zugefügt wird, äußert sich weniger an den Pflanzen selbst als aber in ihrer Ertragfähigkeit (vgl. Kap. III). Diese kann sogar bis auf 50% herabsinken, wenn die Aphiden in Blütennähe

sitzen und dort von Ameisen gemolken werden, da letztere die Blütenbestäuber angreifen und vertreiben, so daß die Bestäubung der Blüten nicht nur stark gefährdet wird, sondern sogar unterbleiben kann. Dabei steht es aber noch nicht fest, ob nicht auch durch die Saugtätigkeit der Aphiden allein schon die Ausbildung der Fruchtknoten gehemmt wird, und wie groß diese Schädigung ist.

Infolge der großen Schäden, die *Lasius niger* in unseren Gemüsegärten anrichtet, erscheint es unbedingt angebracht, diesem Schädling Einhalt zu gebieten, zumal keineswegs der von ihm verursachte Schaden durch Vertilgen schädlicher Kleininsekten ausgeglichen wird.

Anhangsweise wurden zwei weitere Dipterenarten erwähnt, die durch Betrillern mit ihren Vorderbeinen die Aphiden veranlassen, Sekret abzusondern, welches sie dann bei Anwesenheit von Ameisen abseits der Aphidenkolonie verzehren.

VI. Literaturverzeichnis.

Adlerz, G., Myrmecologiska studier. II Svenska myror och deras lefnadsförhallanden. Stockholm 1886.

Autrum, H. J., Über Lautäußerungen und Schallwahrnehmung bei Arthropoden. I. Untersuchungen an Ameisen. Eine allgemeine Theorie der Schallwellenwahrnehmung bei Arthropoden. Ztschr. f. vergl. Physiol. Bd. 23. H. 3, S. 332 bis 373, 1936.

Beneden, P. J. van, Die Schmarotzer des Tierreichs. Leipzig 1876.

Blochmann, F., Über die regelmäßigen Wanderungen der Blattläuse. Biol. Ztrbl. Bd. IX, S. 271—284, 1889/90.

Bos, H., Mieren en Bladluizen. Tijdschr. voor Entomol. Bd. 31, S. 235—242, 1887/88.

Brun, R., Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen. Jena 1914.

— — Das Orientierungsproblem im allgemeinen und auf Grund experimenteller Forschungen bei den Ameisen. Biol. Ztrbl. Bd. 35, S. 190—207 u. S. 225 bis 252, 1915

— — Experimente zur Fernorientierung der Ameisen. Mitt. schweiz. entom. Ges. Bd. 13, S. 413—416, 1925.

Buchner, P., Tier und Pflanze in Symbiose. II. Aufl. Berlin 1930.

Buckingham, E. N., Division of labor among. Ants. Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 46, Nr. 18, S. 423—507, 1911.

Bünzli, Untersuchungen über coccidophile Ameisen aus den Kaffeefeldern von Surinam. Mitt. schweiz. Entom. Ges. Bd. 16, S. 453—493, 1935.

Büsgen, M., Der Honigtau. Jena 1891.

Cook, Mc. H., The Honey Ants and the Occident Ants of the American plains. 188 S. Philadelphia 1882.

Cornetz, V., Über die Rolle des Lichts bei der Orientierung der Ameisen. Ztschr. f. wissensch. Insektenbiol. Bd. 9, S. 196—197, 1913.

Doflein, Fr., Mazedonische Ameisen. (Beobachtungen über ihre Lebensweise.) Jena 1920.

Donisthorpe, H. St. J. K., British Ants, their Life-History and Classification. 2. Aufl. London 1927.

Ehrhardt, Sophie, Über Arbeitsteilung bei *Myrmica*- und *Messor*-Arten. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 20, S. 755—812, 1931.

Eidmann, H., Die Eiablage von *Trioxis* Hal. nebst Bemerkungen über die wirtschaftliche Bedeutung dieses Blattlausparasiten. Ztschr. f. Entom. Bd. 10, S. 353—363, 1924.
— — Das Mitteilungsvermögen der Ameisen. Naturwissenschaften Jahrg. 13, S. 126—128, 1925.
— — Die Ameisenfauna der Balearen. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 6, H. 4, S. 694—742, 1926.
— — (1) Die forstliche Bedeutung der roten Waldameise (*Formica rufa*). Ztschr. f. angew. Entom. Bd. 12, S. 298—331, 1927.
— — (2) Ameisen und Blattläuse. Biol. Ztrbl. Bd. 47, H. 9, S. 537—556, 1927.
— — (3) Die Sprache der Ameisen. Revue Zool. Russe Bd. 7, S. 39—47, 1927.
Ernst, Christian, Einige Beobachtungen an künstlichen Ameisennestern. Biol. Ztrbl. Bd. 25, S. 47—51, 1905.
— — Einige Beobachtungen an künstlichen Ameisennestern. 1. Forts. Biol. Ztrbl. Bd. 26, S. 210—220, 1906.
— — Neue Beobachtungen bei Ameisen. Biol. Ztrbl. Bd. 32, S. 146—153, 1912.
Escherich, Karl, Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. 2. Aufl. Braunschweig 1916/17.
Forbes, St .A., Summary history of the corn-root Aphis-Insekt Life. T. III Arch. f. Naturgesch. 1891, S. 233—238.
— — The Corn Root Aphis and its Attendant Ant. Unit. Stat. Agric. of Entom. Bull. Bd. 60, S. 29—41, 1906.
Forel, Aug., Les Fourmis de la Suisse. 1874.
— — Die Nester der Ameisen. Neujahrsblatt der Naturf. Ges. Zürich Bd. 95. Zürich 1893.
— — Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen und einiger anderer Insekten. Intern. Zool. Kongr. Berlin 1901.
— — Das Sinnesleben der Insekten. München 1910.
Frisch, K. v., Über die „Sprache" der Bienen. Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool. u. Phys. Bd. 40, S. 1—186, 1923/24.
Gößwald, K., Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 142, S. 1—156, 1932.
Goetsch, W., Beiträge zur Biologie körnersammelnder Ameisen I. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 10, S. 353—415, 1928.
— — (1) Die Sprache der Ameisen. Dtsch. Monatshefte f. Chile Jahrg. 9, H. 11, S. 427—435, 1929.
— — (2) Untersuchungen an getreidesammelnden Ameisen. Naturwiss. Jahrg. 17, H. 14, S. 221—226, 1929.
— — (3) Polymorphismus und Arbeitsteilung im Ameisenstaat. Münchener med. Wochenschr. 1929.
— — Körnerverwertung, Arbeitsteilung und Benachrichtigung bei körnersammelnden Ameisen. Forsch. u. Fortschr. Jahrg. 6, Nr. 3, S. 42—43, 1930.
— — Beiträge zur Biologie südamerikanischer Ameisen. I. Teil: Wüstenameisen. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 25, H. 1, S. 1—30, 1932.
— — (1) Wie finden die Ameisen zum Futter? Das Aquarium S. 215—219, Nov. 1934.
— — (2) Zusammenarbeit im Ameisenstaat. Forsch. u. Fortschr. Jahrg. 10, Nr. 28, S. 348—349, 1934.
— — (3) Untersuchungen über die Zusammenarbeit im Ameisenstaat. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 28, H. 4, S. 319—401, 1934.
— — (4) Verständigungsmittel im Ameisenstaat. Naturwiss. Bd. 22, S. 453—456, 1934.
— — Biologie und Verbreitung chilenischer Wüsten-, Steppen- und Waldameisen. Zool. Jahrb. Bd. 67, H. 4, S. 235—318, 1935/36.
— — Formicidae Mediterraneae. Beiträge zur Biologie und Verbreitung der Ameisen am Golfe von Neapel. Estratto dalle „Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli" Vol. XV, Fasc. 3, 1936.

Goetsch und Eisner, Beiträge zur Biologie körnersammelnder Ameisen. II. Teil. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 16, H. 3, S. 371—452, 1930.

Grabensberger, Wilh., Untersuchungen über das Zeitgedächtnis der Ameisen und Termiten. Ztschr. f. vergl. Physiol. Bd. 20, S. 1—54, 1934.

Huber, P., Recherches sur les moeurs des fourmis indigenes. 328 S. Paris et Genève 1810.

Jones, Ants and their relation to Aphids. 96 S. Bulletin Nr. 341, Colorado Experiment Station: Fort Collins 1929.

Kaltenbach, J. H., Monographie der Familie der Pflanzenläuse (Phytophthires). 1. Teil: Die Blatt- und Erdläuse. Aachen 1843.

Kiil, V., Untersuchungen über Arbeitsteilung bei Ameisen (*Formica rufa* L.; *Camponotus herculeanus* L. und *Camponotus ligniperda* Latr.) Biol. Ztrbl. Bd. 54, S. 114—146, 1934.

Knauer, Friedr., Die Ameisen. Leipzig 1906.

Kneisel, Ludw., Beiträge zur Trophobiose bei den Ameisen. Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. V, S. 76—82, 1909.

Koch, Die Pflanzenläuse. Nürnberg 1857.

Krauße, Ant., Mensch und Ameise! Arch. Nat. Jahrg. 82, H. 12, S. 156—158, 1918.

— — Ameisenkunde. Teil I und II. Stuttgart 1929.

Lindner, Die Fliegen der paläarktischen Region. Bd. I (Handbuch), Lief. 74, S. 175/176 u. 188. Stuttgart 1933.

Lubbock, John, Ameisen, Bienen und Wespen. Leipzig 1883.

Maidl, Franz, Die Lebensgewohnheiten und Instinkte der staatenbildenden Insekten. Wien 1934.

Marschall, Wil., Leben und Treiben der Ameisen. Leipzig 1889.

Meyer, E., Beobachtungen und Versuche an paläarktischen Honigameisen. Biol. Ztrbl. Bd. 43, S. 353—404, 1923.

Mordwilko, A., (1) Die Ameisen und Blattläuse in ihren gegenseitigen Beziehungen und das Zusammenleben von Lebenwesen überhaupt. Biol. Ztrbl. Bd. 27, H. 7, S. 212—224, 1907.

— — (2) Die Ameisen und Blattläuse in ihren gegenseitigen Beziehungen und das Zusammenleben von Lebewesen überhaupt (Schluß). Biol. Ztrbl. Bd. 27, H. 8, S. 233—252, 1907.

— — (3) Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse, *Aphididae* Passerini O. (Die zyklische Fortpflanzung der Pflanzenläuse. I. Die Heterogonie im allgemeinen und bei den Pflanzenläusen im speziellen.) Biol. Ztrbl. Bd. 27, H. 17, S. 529 bis 550, 1907.

— — (4) Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse, *Aphididae* Passerini O. (Schluß.) Biol. Ztrbl. Bd. 27, H. 18, S. 561—575, 1907.

— — (5) Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse, *Aphididae* Passerini O. (Die zyklische Fortpflanzung der Pflanzenläuse. II. Die Migrationen der Pflanzenläuse, ihre Ursachen und ihre Entstehung.) Biol. Ztrbl. Bd. 27, H. 23, S. 747—767, 1907.

— — (6) Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse, *Aphididae* Passerini O. (II. T. Schluß.) Biol. Ztrbl. Bd. 27, H. 24, S. 769—816, 1907.

— — Die Blattläuse mit vollständigem Generationswechsel und ihre Entstehung. Ergebn. u. Fortschr. der Zool. Bd. VIII, H. 1—3, S. 1—144, 1935.

Oekland, F., Wieviel Blattlaushonig verbraucht die rote Waldameise *(Formica rufa)*? Biol. Ztrbl. Bd. 50, S. 449—459, 1930.

— — Studien über die Arbeitsleistung und die Teilung des Arbeitsgebietes bei der roten Waldameise *(Formica rufa)*. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 20, H. 1, S. 63—131, 1931.

Pricer, J. H., The Life History of the Carpenter Ant. Biol. Bull. Mar. biol. Labor. Wood's Hole Bd. 14, S. 177—218, 1907/08.

Raumer, Ed. v., Über die Zusammensetzung des Honigtaues und über den Einfluß an Honigtau reichen Sommern auf die Beschaffenheit des Bienenhonigs. Ztschr. f. analyt. Chemie Bd. 33, S. 397, 1894.

Reichenbach, H., Über Leben der Ameisenkolonien in künstlichen Nestern. Ber. d. Senkenberger Naturf.-Ges. Frankfurt a. M. 1899, S. XCV.

Seemann, E., The working hours of Ants. Psyche Bd. 35, H. 2, S. 114—118. London 1928.

Schmitz, H. S. J., Das Leben der Ameisen und ihrer Gäste. Naturwissenschaftl. Jugend- u. Volksbibliothek Bd. XXXV. Regensburg 1906.

Shouteden, H., Les Aphides radicioles de Belgique et les fourmis. Annal. Soc. Ent. Belg. Bd. 47, S. 136—142, 1902.

Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten T. II, Bd. 5, 4. Aufl., S. 551 bis 715. Berlin 1932.

Stäger, Rob., (1) Beobachtungen an Ameisen und das Ernährungsproblem. Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 24, S. 199—213, 1929.

— — (2) Warum werden gewisse Insekten von den Ameisen nicht verzehrt? Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 24, S. 227—230, 1929.

— — Über die Einwirkung von Duftstoffen und Pflanzendüften auf Ameisen. Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 26, S. 55—65, 1931.

— — Über das Mitteilungsvermögen der Waldameise beim Auffinden und Transport eines Beutestückes. Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 26, S. 125 bis 137, 1931/32.

— — Fütterungsversuche mit unseren einheimischen Ameisenarten. Rev. suisse Zool. Bd. 40, S. 349—363, 1931/32.

Steiner, A., Temperaturmessungen in den Nestern der Waldameise *(Formica rufa* var. *rufo-pratensis)* und der Wegameise *(Lasius niger* L.) während des Winters. Mitt. nat. Ges. Bern 1925, S. 1—12.

— — Neuere Untersuchungen über die Arbeitsteilung bei Insektenstaaten. Ergebn. d. Biol. Bd. 10, S. 156—176, 1934.

Stitz, H., Die Beziehungen der Ameisen zum Menschen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. 4, S. 71—128, 1918.

Stumper, Rob., Untersuchungen über die Psychologie der Ameisen. Monatsber. Ges. Luxemburg. Naturfreunde N. F. Jahrg. 14, S. 19—26 u. 51—59, 1920.

— — Quantitative Ameisenbiologie. Biol. Ztrbl. Bd. 42, S. 435—440, 1922.

Tanquary, M. C., The Life History of the Corn-Field Ant, *Lasius niger* var. *americanus*, Emery. Bull. III, State Lab. Nat. Hist. Bd. 9, S. 417—443, 1914.

Tóth, Laszlo, Über die frühembryonale Entwicklung der viviparen Aphiden. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 27, H. 4, S. 692—731, 1933.

— — Beiträge zur Kenntnis der Aphidenspeicheldrüse. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 30, H. 4, S. 496—505, 1935.

Viehmeyer, H., Experimente zu Wasmanns *Lomechusa*-Pseudogynen-Theorie und andere biologische Beobachtungen an Ameisen. Allg. Z. Entom. Bd. 9, S. 334—344, 1904.

Wasmann, E., Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Stuttgart 1899.

— — Die moderne Biologie und die Entwicklungslehre. 2. Aufl. Freiburg 1907.

Weber, H., Biologie der Hemipteren. Berlin 1930.

— — Aphidina. Blattläuse. Biologie d. Tiere Deutschlands v. Paul Schulze. Lief. 38, T. 31, S. 209—268, 1935.

Webster, F. M., The Corn Leaf-Aphis and the Corn Root-Aphis. U. S. Dept. Agric. bureau Ent. Circ. Nr. 86, 1907.

Wellenstein, G., Beiträge zur Biologie der roten Waldameise *(Formica rufa* L.) mit besonderer Berücksichtigung klimatischer und forstlicher Verhältnisse. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. 14, S. 1—68, 1929.

Weyer, Das Vorkommen einer Ameise in den Blüten von Bruegieria Gymnorhiza, einem Mangrovebaum. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 30, H. 4, S. 629—634, 1935.

Weyrauch, W. K., Über unterscheidende Geschlechtsmerkmale. 2. Die Variabilität der Körperlänge bei den Camponotinen. Ztschr. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere Bd. 27, S. 384—400, 1933.

Wheeler, W. M., Ants. New York 1910.

Zander, Enoch, Das Leben der Biene. Stuttgart 1913.

Ziegler, Heinr. F., Der Begriff des Instinktes einst und jetzt. „Eine Studie über die Geschichte und die Grundlagen der Tierpsychologie." Jena 1920.

Zweigelt, F., Beiträge zur Kenntnis des Saugphänomens der Blattläuse und der Reaktionen der Pflanzenzellen. Ztrbl. Bakter. Bd. 42, 1914.

Die Oberflächenstruktur von Motteneiern als Bestimmungsmerkmal.

Von

Rudolf Lehmensick und **Rudolf Liebers.**

(Aus der Parasitologischen Abteilung des Zoologischen Institutes der Universität Bonn.)

(Mit 2 Tafeln und 8 Abbildungen.)

Die exakte Bestimmung von Mikrolepidopteren ist nicht selten mit größeren Schwierigkeiten verbunden, vor allem, wenn es sich um nahe verwandte Arten handelt. Habitus, Größe, Flügelfärbung und -zeichnung sind erfahrungsgemäß sehr unsichere Merkmale, da sie außerordentlich variieren können. Die Unterschiede am Flügelgeäder sind in manchen Fällen ebenfalls nur sehr unbedeutend und für die Bestimmung oft kaum zu brauchen. Gestaltet sich demnach schon die Bestimmung unversehrter Exemplare oft sehr schwierig, so ist dies bei abgeflatterten Tieren noch viel weniger möglich.

Unter den Kleinschmetterlingen befindet sich aber bekanntlich eine nicht geringe Zahl recht beträchtlicher Schädlinge verschiedenster Industriezweige und der Landwirtschaft. Eine möglichst nicht zu schwierige aber genaue Bestimmung ist von größter Bedeutung für die wissenschaftliche Bearbeitung der Schädlingsprobleme und vor allem auch für die Praxis. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, zur Bestimmung andere Merkmale heranzuziehen, die sich durch größere Konstanz und leichtere Erkennbarkeit auszeichnen. Ein derartiger Versuch stammt z. B. von Curran (1926), der zur Unterscheidung einiger Motten die Gestalt der äußeren Geschlechtsmerkmale heranzog. Es handelt sich dabei in erster Linie um Vertreter der Gattung *Plodia* und *Ephestia*. In neuester Zeit haben Richards und Thomson (1932) in einer ausführlichen Arbeit, ausgestattet mit vielen Abbildungen, eine genauere und bessere Bestimmungstabelle der gleichen Gattungen gegeben. Dabei legten sie auch Wert darauf, systematische Merkmale für die Entwicklungsstadien der behandelten Arten zu geben mit dem Ziel, die Arterkennung schon als Raupe oder Puppe mit einiger Sicherheit zu ermöglichen.

Es ist auffällig, daß bei all diesen Versuchen das Ei der Tiere bisher für diese Zwecke völlig unberücksichtigt geblieben ist. Im Laufe unserer

Untersuchungen über die Biologie verschiedener Motten hat sich nun ergeben, daß die bei Anwendung geeigneter Methoden deutlich sichtbar zu machende Oberflächenstruktur der Motteneier ein durchaus arttypisches Gepräge besitzt, und es schien uns daher der Mühe wert zu untersuchen, ob sich dieses Merkmal ebenfalls zur Bestimmung der Mikrolepidopteren eigne. Aus diesem Grunde wurde die Oberflächenstruktur der verschiedenen bei uns zur Zeit in Zucht befindlichen Mottenarten genau untersucht und die gefundenen Strukturen miteinander verglichen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen soll im folgenden mitgeteilt werden.

Die größten Schwierigkeiten boten dabei natürlich die Untersuchungsmethode und die Technik der photographischen Festhaltung der gefundenen Bilder. Darauf ist wohl auch unsere mangelhafte Kenntnis dieser Strukturen zurückzuführen. Wir möchten daher mit der Beschreibung der von uns erarbeiteten Methoden beginnen, mit denen wir schließlich ausgezeichnete Resultate erzielten.

Die Untersuchung der Eier mit Inhalt kurz nach der Ablage in Luft bietet sehr ungünstige Beleuchtungs- und Lichtbrechungsverhältnisse, und es ist nicht möglich, auf diesem Wege zu brauchbaren Bildern von der Eioberfläche zu gelangen. In späteren Entwicklungsstadien werden die Eier durchsichtiger und das sich entwickelnde Tier kann in ihnen leicht und mit vielen Einzelheiten deutlich erkannt werden. Für die Untersuchung der Oberflächenverhältnisse bieten aber auch solche Eier nur sehr ungünstige Objekte.

Die ersten schönen und klaren Bilder erhielten wir an leeren Eihüllen im durchfallenden Licht bei den Eiern von *Plodia interpunctella*, wenn diese in Luft, Glyzerin oder Alkohol untersucht wurden. Dabei erschien das Leistennetz als dunkles System auf hellem Grund (z. B. Tafel I, Abb. 7, Tafel II, Abb. 9). Die wahre Gestaltung der Oberfläche mit ihrer typischen Plastik selbst wird freilich bei diesem Verfahren nicht mit dargestellt. Um das zu erreichen, muß man die Eioberfläche im Auflicht untersuchen. Dazu hat sich uns der Ultropak-Leitz mit seinen selbstleuchtenden Objektiven bestens bewährt. Allerdings ist das Mikroskopieren mit diesem Instrument eine Kunst, die erst erlernt sein will, da bei einfachem Betrachten der Objekte an der unebenen Oberfläche derartige Zerstreuungskreise entstehen, daß zunächst kein wirklich klares Bild entsteht. Wir haben für die Darstellung der Plastik der Oberfläche folgende Methode ausgearbeitet: Die leeren Eihüllen werden in Glyzerin vorsichtig und unter Stützung des Deckglases eingeschlossen. Dabei muß darauf geachtet werden, daß die im Innern der leeren Hülle befindliche Luftblase erhalten bleibt. Es geben nämlich gerade die lufterfüllten Eier auf Grund der entstehenden Totalreflektion an den spiegelnden Flächen die besten Bilder.

Auch solche Bilder sind optisch noch nicht ohne weiteres vollwertig. Sie weisen an den Erhabenheiten der Eioberfläche, vor allem an den Leisten, noch störende Zerstreuungskreise auf, die das genaue Bild des

Leistenverlaufes verwischen (Tafel II, Abb. 13). Außerdem zeigen solche Bilder noch nicht in genügender Deutlichkeit die sonstigen Erhebungen der Eioberfläche: Kegel oder Grate. Für die Korrektur dieser Unzulänglichkeiten muß man das Objekt nur einseitig von oben beleuchten, damit durch Licht und Schatten die Buckel der Oberfläche zur Darstellung gelangen können. Dies leistet in ganz vorzüglicher Weise die erst kürzlich als Zusatzapparatur zum Ultropak herausgekommene Einrichtung für Reliefbeleuchtung. Ihre Anwendung erfordert aber recht erhebliche Übung und auch uns wollte sich anfangs damit kein Vorteil in der Strukturdarstellung ergeben. Selbst diese Beleuchtung ist nicht ganz frei von störenden Überstrahlungen. Man kann auch diese letzten optischen Fehler noch durch Polarisieren des Lichtes wegbringen. Dadurch wird vor allem die Grenze zwischen Licht und Schatten weiter verschärft und somit die Klarheit des Bildes ganz wesentlich erhöht. Freilich muß man eine sehr starke Verminderung der Lichtintensität dabei in Kauf nehmen, die zwar beim Betrachten weniger, um so mehr aber beim Photographieren ins Gewicht fällt. Dort kann sie recht erhebliche und unerfreuliche Erhöhung der Belichtungszeit bedingen.

Die Photographien selbst wurden durchweg mit dem Mikroaufsatz der Leica (Leitz-Wetzlar) angefertigt. Dabei wurde teils mit dem Einzelbildgerät, bei Serienaufnahmen nach Ermittlung der Belichtungszeit mit der Leica selbst gearbeitet. Die Anwendung der ganzen Leicaapparatur ist überaus handlich und hat bei der Vielseitigkeit und Einfachheit der Verwendung der Negative (Projektion mittels Vergrößerungsapparates zu den verschiedensten Zwecken!) ganz ungeheure Vorzüge gegenüber anderen Verfahren. Hat man sich mit dieser Einrichtung einmal eingearbeitet, so möchte man sie nicht mehr missen.

In der Literatur sind genauere Darstellungen der Oberflächenverhältnisse bei Motteneiern äußerst spärlich auffindbar. Außer einigen recht allgemeinen und ungenauen Beschreibungen gibt es lediglich von der Pelz- und Kleidermotte zeichnerische Darstellungen der Eioberflächenstruktur, die von Titschack (1925) stammen. Außerdem hat Fincke (1936) zwei Zeichnungen von uns übernommen, die wir nach unseren ersten Eipräparaten von *Plodia* und *Ephestia* angefertigt hatten. Diese sind gegenüber den bis dahin veröffentlichten Darstellungen bereits eine wesentliche Verbesserung. Die hier abgebildeten Mikrophotogramme von Motteneiern sind aber ein ganz neuer Weg, dessen hier mitgeteilte Anfangsergebnisse bereits sehr vielversprechend sind.

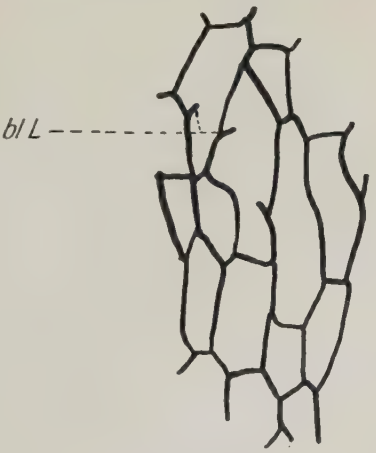
Die Eioberfläche besteht aus erhabenen Leisten, welche mit mehr oder weniger steilen Rändern versehen sind, so daß sie sich deutlich aus den ebenen Grundflächen erheben und von diesen gut abgesetzt erscheinen. Ihre Knotenpunkte oder -linien bilden die obersten Abschlüsse von Kegeln oder Graten. Die Anordnung des Leistennetzes, die Größe und Form der Zwischenflächen und Kegel resp. Graten sind für jede Eisorte typisch und

je nach der zugehörigen Mottenart voneinander verschieden. Dadurch erhält die Eioberfläche in ihrer Gesamtheit für jede Art ein charakteristisches Gepräge, das im folgenden beschrieben und durch Abbildungen erläutert werden soll. Die Auswahl der aufgeführten Motten ist zunächst willkürlich, wie der Zufall uns das Material dazu jeweils bei unseren Untersuchungen bot; und da wir gerade mit der Bearbeitung von Mottenschädlingen der Industrie beschäftigt waren, sind hier ausschließlich Tiere berücksichtigt, welche durch ihre Schädlichkeit größenteils eine wirtschaftliche Bedeutung erlangt haben. Dabei gehören sie den verschiedensten Gattungen an. Bei der folgenden Schilderung sind die Eier so geordnet, daß die primitivste, einfachste Struktur an den Anfang der Schilderung gestellt wurde, die folgenden immer in steigender Kompliziertheit. Diese Anordnung soll natürlich keine „hypothetische phylogenetische Reihe" darstellen. Sie hat hier nur den didaktischen Wert, die Darstellung möglichst klar zu gestalten.

1. *Tineola biselliella* Hum.

(Eiform: länglich-walzenförmig. Eigröße: sehr variabel; zwischen 0,7 × 0,3 und 0,41 × 0,28 mm.)

Die einfachste Struktur der von uns untersuchten Eier zeigt das Ei von *Tineola biselliella*.[1]) Über die Oberfläche dieses Eies ziehen sich ziemlich unregelmäßige Leisten hin, die wie die obersten Ränder beträchtlicher Knitterbildung der Eihülle erscheinen (Tafel I, Abb. 1). Der Verlauf der Leistenzüge schwankt individuell bei diesen Eiern sehr stark, was in der Tat wohl als ein primitives Merkmal aufgefaßt werden muß. Die Abbildung, die Titschack (1926) von diesem Ei gibt, ist recht grob und leider sogar nicht ganz zutreffend. Bei seiner Darstellung erscheinen die Leisten selbst viel schärfer gegen die Unterlage abgegrenzt, als dies in Wirklichkeit der Fall ist. Außerdem zeichnet sich das Tineolenei durch den Besitz von Leisten aus, die blind enden (Tafel I, Abb. 1, Textfigur 1 bl. L.), eine Erscheinung, welche in der Titschackschen Dar-



Textfigur 1.
Leistennetz der Oberflächenstruktur des Eies von *Tineola biselliella* L. *bl L* = blindendigende Leisten. Vergr. 200 mal.

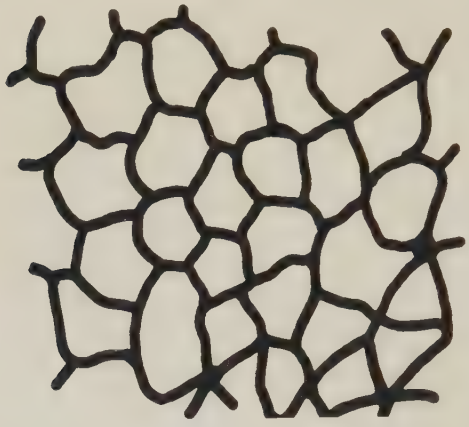
[1]) Nach der Abbildung von Titschack (1926) zu urteilen, hat die Pelzmotte (*Tinea pellionella*) eine noch primitivere Eistruktur. Leider standen uns keine Motten dieser Art bisher zur Verfügung, so daß wir auf eine Darstellung derselben nach unserer Methode hier noch verzichten müssen.

stellung völlig fehlt. Im übrigen sind die durch Leisten begrenzten Felder länglich und in ihrem größten Durchmesser parallel zur Eiachse gestellt und außerordentlich unregelmäßig. Zur besseren Kenntlichmachung wurde bei allen Eiern das Leistennetz noch besonders herausgezeichnet, und zwar nach Projektionen der Photogramme mittels des Leitzschen Leica-Vergrößerungsapparates, wobei alle möglichst auf die gleiche Vergrößerung gebracht wurden (ca. 200 mal). Textfigur 1 zeigt für das Tineolenei diese zeichnerische Darstellung. Man sieht die blinden Leisten (bl L) und die typische Form der abgegrenzten unregelmäßigen Bezirke.

2. *Aphomia gularis* Zeller.[1])

(Eiform: rundlich-oval, Eigröße 0,7 × 0,4 mm.)

Eine schon regelmäßigere Anordnung der Leisten zeigt das Ei von *Aphomia gularis*. Die Struktur ist entsprechend der größeren Eioberfläche bedeutend gröber als bei allen anderen hier untersuchten Arten. Dabei setzen sich die Leisten auch viel schärfer gegen die übrige Eioberfläche ab, als dies beim Tineolenei der Fall war. Photographisch läßt sich bei diesem Objekt der Verlauf der Leisten am besten darstellen, wenn man das mit dem Aufhellungsmedium erfüllte, also luftleer gemachte Ei von oben beleuchtet (Tafel I, Abb. 2). Die Flächen erscheinen dann homogen schwarz, gegen die die beleuchteten Leisten scharf hervortreten. Die wirkliche Struktur der Eioberfläche aber wird auf diese Art und Weise nicht dargestellt. Dazu ist (wie oben erwähnt wurde) nötig, die Totalreflektion des Lichtes an den Grenzflächen zwischen Luft und Medium beim lufterfüllten Ei zu verwenden. Die auf diesem Wege gewonnene Abb. 3 (Tafel I) gibt daher erst ein wirklich plastisches Bild der Aphomien-Eioberfläche wieder. Man kann deutlich den großen Unterschied nicht nur im Verlauf, sondern auch in der Struktur der Leisten erkennen. Die Zwischenflächen, auf denen



Textfigur 2. Leistennetz der Oberflächenstruktur des Eies von *Aphomia gularis* Zeller. Vergr. 200 mal.

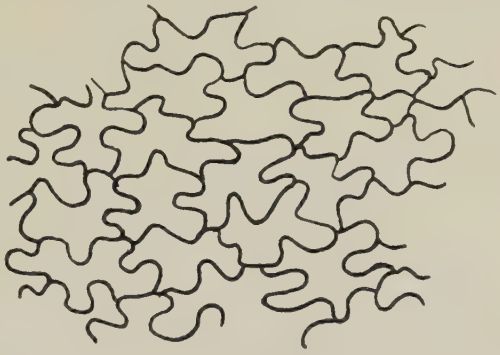
[1]) In einer während der Drucklegung erschienenen Arbeit weist Amsel auf Grund eingehender Untersuchungen des Objekts und der Literatur darauf hin, daß dieses Tier eigentlich nicht zur Gattung *Aphomia*, sondern zur Gattung *Paralispa* gehört und nach den Prioritätsregeln den Namen *Paralispa gularis* Z. führen müßte (Anz. f. Schädlingskunde, Heft 7, S. 85–87).

sich diese erheben, sind viel ebener, die Leisten viel schärfer ausgeprägt. Den Leistenverlauf allein zeigt Textfigur 2. Auch er weist ganz deutliche Unterschiede zu dem von *Tineola biselliella* auf: die entstehenden vieleckigen Flächen zwischen den Leisten sind viel regelmäßiger, kleiner und mehr quadratisch. Manche nähern sich in auffälliger Weise der von der Bienenwabe her bekannten Sechseckform. Blind endende Leisten kommen bei den Eiern von *Aphomia gularis* nicht vor.

3. *Pyralis farinalis* L.

(Eiform: rundlich-oval, Eigröße 0,6 × 0,4 mm.)

Der Leistenverlauf bei den Eiern dieser Tiere ist in der Grundstruktur ähnlich wie bei *Aphomia gularis*, nur daß hier die Begrenzungslinien der polygonalen Flächen stark geschlängelt sind (Textfigur 3). Dabei sind die Leisten auch schärfer gegen die Unterlage abgesetzt, d. h. ihre Wände sind steiler (Tafel I, Abb. 4 u. 5).

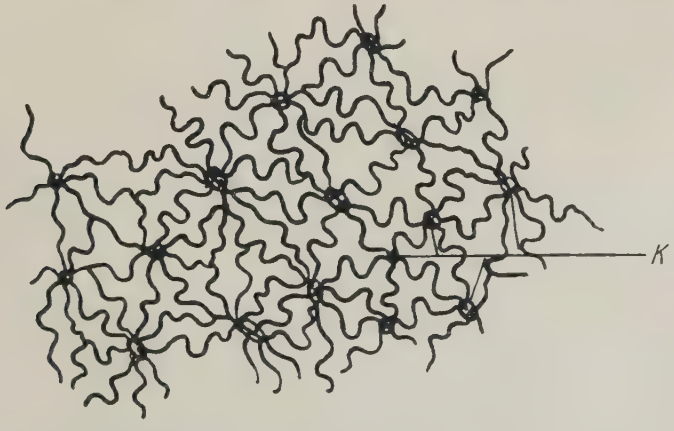


Textfigur 3. Leistennetz der Oberflächenstruktur des Eies von *Pyralis farinalis* L. Vergr. 200 mal.

4. *Plodia interpunctella* Hb.

(Eiform rundlich-oval, Eigröße 0,5 × 0,3 mm.)

Am Ei von *Plodia interpunctella* fällt am meisten der außerordentlich stark geschlängelte Verlauf der Leisten auf. Eine weitere Besonderheit gegenüber den bisher geschilderten Strukturen bildet das Zusammenlaufen



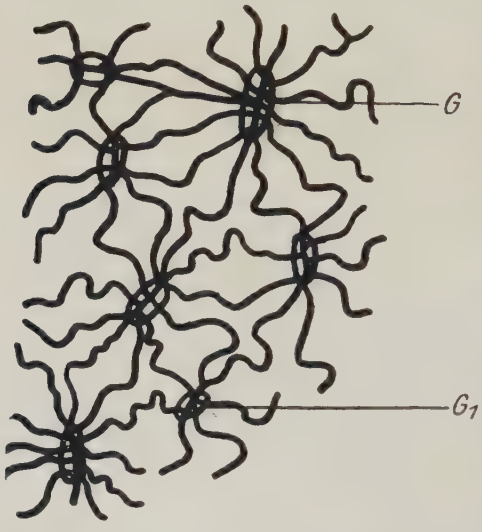
Textfigur 4. Leistennetz und Kegelspitzen *(K)* der Oberflächenstruktur des Eies von *Plodia interpunctella* Hb. Vergr. 200 mal.

dieser Leisten zu spitzen Erhebungen der Eioberfläche. Die begrenzten Flächen sind nicht wie bei 1—3 Vielecke, sondern meist Dreiecke. Dadurch entsteht eine gegenüber den bisher geschilderten deutlich andersartige Struktur (Textfigur 4). Die spitzen Erhebungen sind freilich bei *Plodia* noch recht niedrig (Tafel II, Abb. 6 K). Bei schwächerer Vergrößerung erscheint das Ei noch glatt. Im durchfallenden Licht ist der Leistenverlauf als schwarzes Liniennetz auf hellem Grund deutlich darstellbar (Tafel II, Abb. 7).

5. *Ephestia kühniella* Zeller.

(Eiform: langgestreckt-elliptisch, Eigröße 0,6 × 0,3 mm.)

Die Eier aller von uns untersuchten *Ephestia*arten zeichnen sich gegenüber den anderen Motteneiern prinzipiell dadurch aus, daß die mehr oder minder starken Erhebungen zu Graten verlängert sind. Bei *Ephestia kühniella* sind diese Grate noch in Form und Stellung sehr unregelmäßig (Textfigur 5 G, G_1). Manche erinnern noch sehr an den Spitzkegel des *Plodia*-Eies (G_1), während andere schon beträchtlich lang sein können (G). Die die Grate verbindenden Leistenzüge sind deutlich weniger geschlängelt als beim *Plodia*-Ei. Überhaupt ist die gesamte Struktur des Oberflächenbildes unverkennbar gröber als bei Plodia (Textfigur 5, Tafel II, Abb. 9). Die Ultropakaufnahme Abb. 8 (Tafel II) zeigt, daß auch bei diesem Ei die Erhebungen nur klein sind, sie zeigt aber auch gleichzeitig deutlich die Ausbildung derselben als längliche Grate gegenüber den spitzen Kegeln von *Plodia* (Tafel II, Abb. 6 K). Besonders schön sind 2 derartige Grate mit ihren Leistenzügen am Rande eines Eies von *Ephestia kühniella* in Abb. 10 auf Tafel II festgehalten.



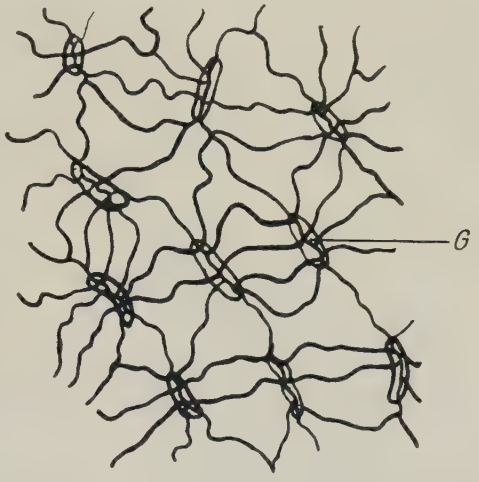
Textfigur 5. Leistennetz und Grate (G, G_1) der Oberflächenstruktur des Eies von *Ephestia kühniella* Zeller. Vergr. 200mal.

6. *Ephestia elutella* Hb.

(Eiform: rundlich-oval, Eigröße 0,5 × 0,3 mm.)

Die Ausbildung der Grate ist hier gegenüber dem vorstehend geschilderten Ei noch weiter ausgeprägt. Sie sind länger und ihre Erhebungen höher, wodurch die Eier bei schwacher Vergrößerung „wie

gekörnelt" aussehen. Die Verlaufsrichtung der Grate in ihrer Beziehung zur Längsachse des Eies sind außerordentlich unregelmäßig. Die sie verbindenden Leisten sind weit weniger geschlängelt und spärlicher in der Zahl (Textfigur 6). Die Oberflächenstruktur als Relief zeigt Tafel II, Abb. 11, wobei auch die Stärke der Erhebungen deutlich in Erscheinung tritt.



Textfigur 6. Leistennetz und Grate *(G)* der Oberflächenstruktur des Eies von *Ephestia elutella* Hb. Vergr. 200mal.

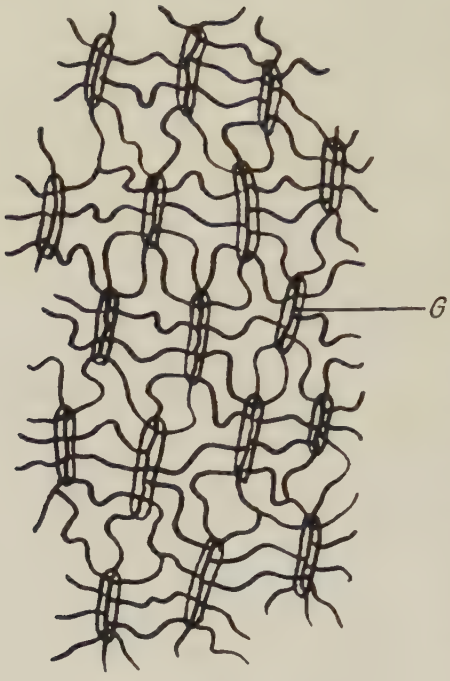
Um den Vorteil der Reliefbeleuchtung und der Anwendung von polarisiertem Licht deutlich zu machen, haben wir eine unserer älteren primitiveren Aufnahmen auf Tafel II, Abb. 13 von der Oberflächenstruktur dieses Eies mit abgebildet. Vergleicht man diese mit der Abbildung 11, so wird der Fortschritt in der Darstellung ohne weiteres deutlich. Die Zerstreuungskreise an Graten und Leisten verwischen hier das klare Bild erheblich und täuschen sogar eine viel stärkere Schlängelung der Leisten und eine flächenhafte Gestalt der Grate vor. Man sieht daraus, wie wichtig die sorgfältige Beobachtung der oben gegebenen Anweisungen bezüglich der Technik ist, will man einwandfreie und brauchbare Bilder erzielen und sich vor Irrtümern bewahren. Was aber der Ultropak bei Beobachtung dieser Vorschriften selbst für die Mikrophotomethode zu leisten imstande ist, zeigen wohl die übrigen Aufnahmen mit aller Deutlichkeit.

7. *Ephestia cautella* Wlk.

(Eiform: tönnchen-kugelförmig, Eigröße 0,4 × 0,36 mm.)

Dieses Ei hat die regelmäßigste Oberflächenstruktur aller von uns untersuchten Motteneier. Die Grate sind länglich alle fast gleich groß, genau in der Längsachse des Eies stehend und auch zueinander auf Lücke regelmäßig angeordnet. Die Verbindungsleisten zeigen gleichfalls einen ziemlich gleichmäßigen Verlauf (Textfigur 7 G). Die Erhebungen sind sehr stark ausgeprägt, so daß bei schwacher Vergrößerung die Oberfläche des Eies grobkörnig erscheint (Tafel II, Abb. 14).

Aus vorstehenden Abbildungen und Schilderungen geht hervor, wie gut sich die verschiedenen Mottenarten durch die Oberflächenstruktur ihrer Eier unterscheiden lassen. Die große Bedeutung dieser Erkenntnis liegt auf der Hand. Neben der Sicherheit, mit der auf Grund dieser



Textfigur 7. Leistennetz und Grate (*G*) der Oberflächenstruktur des Eies von *Ephestia cautella* Wlk. Vergr. 200 mal.

Strukturen eine Artdiagnose möglich ist, bietet diese Methode noch den Vorteil, daß schwer bestimmbare, abgeflatterte Weibchen ohne dieselben zu opfern sicher nach den von ihnen produzierten Eier bestimmt werden können. Außerdem können dadurch allein nach dem aufgefundenen Gelege, selbst wenn Raupen, Puppen und Falter fehlen, nur nach der leeren Eihülle bereits Feststellungen über die vorhandene Mottenart sicher gemacht werden.

Wir sind dabei, eine Bestimmungstabelle der *Ephestia*arten auf Grund ihrer Eistruktur zusammenzustellen und hoffen sehr, sie bald veröffentlichen zu können. Diese scheint uns bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung dieser Gattung und bei der oft schwierigen Artbestimmung besonders dringend zu sein.

Zum Schluß möchten wir noch kurz die Mitteilung über die Beobachtung eines abnormen Eigeleges von *Pyralis farinalis* anschließen. Es handelt sich um einen Fall von Ketteneiern. Das Auftreten solcher Gelege ist bei verschiedenen Mikrolepidopteren beschrieben und abgebildet

Textfigur 8. Eikette von *Pyralis farinalis*.

worden (Mehlmotte: Hase 1928; *Plodia interpunctella*, *Ephestia elutetla* und *cautella:* Lehmensick und Liebers 1936[1]). Die Textfigur 8 zeigt ein solches Gelege von *Pyralis farinalis*, bei dem gegenüber den anderen derartigen Eischnüren die Eier seitlich miteinander verbunden sind und alle eine besonders schöne sogenannte „Zitronenform" aufweisen.

Schriftenverzeichnis.

(Ausführliches Schriftenverzeichnis bei 7. Richards und Thomson 1932.)

1. Curran, J. W., The identification and control of adult Lepidopterous Insects attacking stored products. Sci. Agric. VI, Nr. 11, Ottawa 1926. S. 383 und 388.
2. Fincke, H., Handbuch der Kakaokunde. Springer 1936.
3. Gough, L. H., Notes on an *Ephestia*, an Insect injurious to stored dates in Khargeh Oasis. Bull. Soc. Entomol. d'Egypte. 1917, S. 133–140.
4. — — Further Notes on an *Ephestia*, an Insect injurious to stored dates in Khargeh Oasis. Bull. Soc. Entomol. d'Egypte. 1918, S. 68—75.
5. Hase, A., Über einen merkwürdigen Fall von Eischnürenbildung bei der Mehlmotte *(Ephestia Kühniella)*. Anz. f. Schädlingsk. 1928, 4, S. 87—88.
6. Kemper, H., Die Pelz- und Textilschädlinge und ihre Bekämpfung. Zeitschr. f. Kleintierkunde u. Pelztierkunde „Kleintier und Pelztier" 1935, XI. Jahrg., Heft 4/5 (Ausg. B), Bd. 7 der Schriften über Hygienische Zool. Herausgegeben von Prof. J. Wilhelmi, Berlin-Dahlem.
7. Richards and Thomsen, A contribution to the study of the genera *Plodia* and *Ephestia*. Trans. Ent. Soc. London 1932, LXXX, Teii 2, S. 169–250.
8. Titschack, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, *Tineola biselliella*. Zeitschr. f. techn. Biol. 1922, Bd. 10, S. 1–168.
9. — — Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Kleidermotte, *Tineola biselliella*. Z w. Z. 1925, Bd. 124, S. 213–251.
10. Zacher, Fr., Haltung und Züchtung von Vorratsschädlingen. Handbuch der biol. Arbeitsmethoden (Abderhalden). 1933, Abt. IX, Teil 7, Heft 3.

Tafelerklärung.

(Alle Abbildungen sind Aufnahmen mit der Mikro-Leica [Leitz]. M-O = Leitzsches Mikroskop Objektiv; U-O = Leitzsches Ultropak Objektiv).

Tafel I.

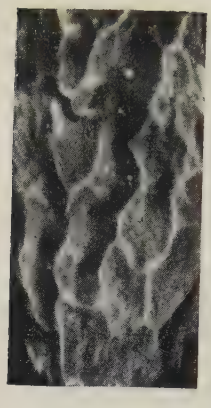
Abb. 1. Eioberfläche von *Tineola biselliella* im auffallenden Licht. (U-O 22.)
„ 2. Eioberfläche von *Aphomia gularis* im durchfallenden Licht. (M-O 3.)
„ 3. Dasselbe im auffallenden Licht. (U-O 22.)
„ 4. Eioberfläche von *Pyralis farinalis* im auffallenden Licht. (U-O 22.)
„ 5. Dasselbe, Aufsicht auf den Eipol. (U-O 22.)
„ 6. Eioberfläche von *Plodia interpunctella* im auffallenden Licht. (U-O 22.)
„ 7. Dasselbe im durchfallenden Licht. (M-O 3.)

Tafel II.

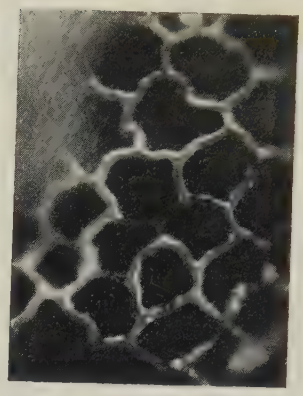
Abb. 8. Eioberfläche von *Ephestia kühniella* im auffallenden Licht G, G_1 = Grate. (U-O 22.)
„ 9. Dasselbe im durchfallenden Licht. (M-O 3.)
„ 10. Dasselbe, Randpartie im auffallenden Licht. (U-O 22.)
„ 11. Eioberfläche von *Ephestia elutella* im auffallenden Licht. (U-O 22.)
„ 12. Dasselbe im durchfallenden Licht. (M-O 3.)
„ 13. Dasselbe wie Abb. 11, jedoch unpolarisiertes Licht und ohne Reliefbeleuchtung.
„ 14. Eioberfläche von *Ephestia cautella* im durchfallenden Licht. (M-O 3)

[1]) Erscheint demnächst in dieser Zeitschrift.

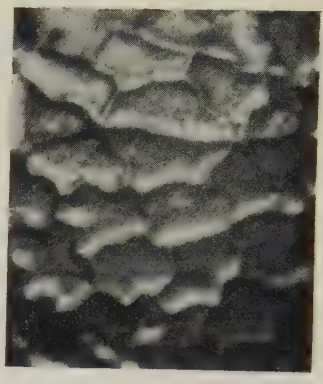
Tafel I.



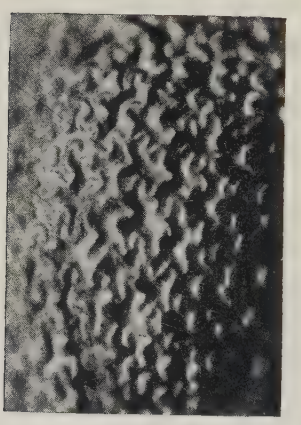
1



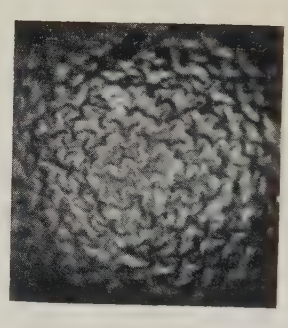
2



3

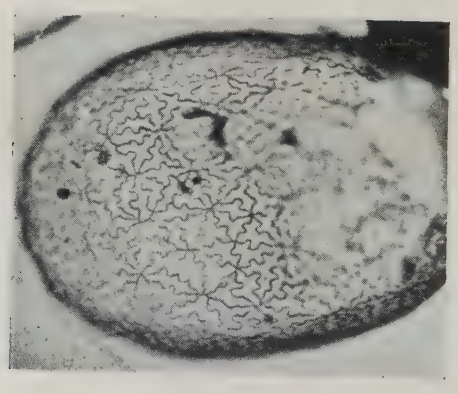


4



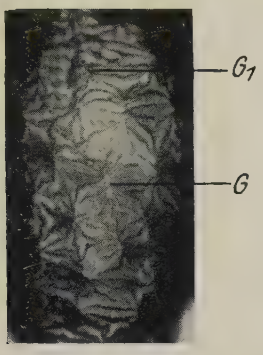
5

6

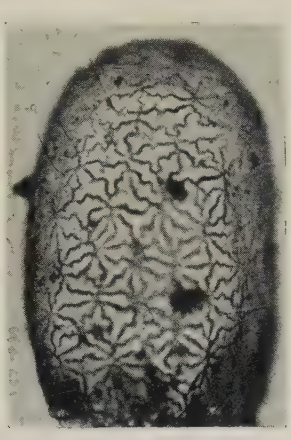


7

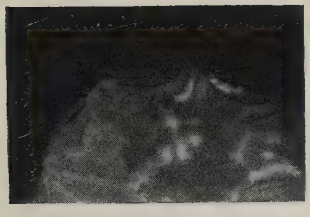
Tafel II.



8



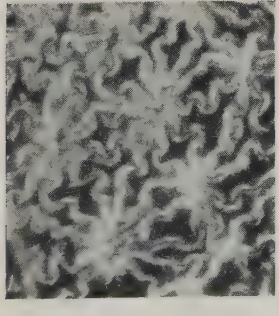
9



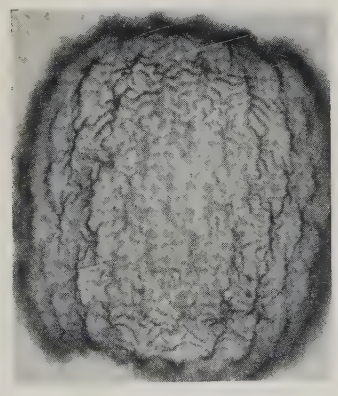
10

11

12



13



14

Referate.

Einzelreferate.

Ringleb, F., Mathematische Methoden der Biologie. 181 Seiten. Leipzig, Verlag B. G. Teubner, 1937. Preis geb. 8 80 RM.

Seit Jahren macht sich auf fast allen Gebieten der Biologie das Bestreben geltend, Beobachtungen durch Zahl und Maß fester zu begründen als in der rein beschreibenden Arbeitsrichtung früherer Zeiten. Die Auswertung solchen Zahlenmaterials führte in weitem Umfang zur Anwendung variationsstatistischer Rechenmethoden in der Biologie. Darüber hinaus ist vielfach und mit Erfolg versucht worden, aufgefundene Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten durch mathematische Formulierungen auszudrücken. Daß solche Formeln nicht Ziel und Zweck biologischer Forschungen sind, darüber herrscht im großen ganzen wohl kaum ein Zweifel. Die Beobachtung ersetzten sie nicht. Doch sind sie zuweilen vorzügliche Hilfsmittel um gewisse Beziehungen darzustellen, die sich in Worten nur schwer und mißverständlich ausdrücken lassen, und überall da, wo es sich um quantitatives Voraussagen biologischen Geschehens handelt, sind sie kaum zu entbehren. Es sei hier nur an die Wachstumsgesetze für Individuum und Bevölkerung erinnert, die ein ökologisches Hauptproblem darstellen, und in der logistischen Gleichung (Verhurlst — Pearl) klaren Ausdruck fanden; oder etwa an die Malariaformeln (Roß — Martini) die der einschlägigen Forschung schon bedeutende Dienste geleistet haben. Neben den Arbeiten der Genannten enthalten solche von Lotka, Volterra, Thompson, Chapman, Golovjanko, Gause, Bremer, Smith und vielen anderen auf ökologischem Gebiet — jene von Robertson, Krogh, Pütter, Janisch, Blunck usw. auf dem der tierischen Physiologie eine Fülle von Beispielen, in welchem Umfang mathematische Methoden in der allgemeinen und angewandten Biologie unserer Tage bei Bearbeitung grundlegender Fragen bereits Anwendung gefunden haben. Der Biologe, der in diese Forschungsrichtung einzudringen wünscht, benötigt heute ein Mindestmaß mathematischer Vorkenntnisse als unentbehrliches Rüstzeug. So entspricht eine leichtfaßliche Einführung in die mathematischen Methoden der Biologie zweifellos einem dringenden Bedürfnis.

Leider enttäuscht Ringlebs Buch in dieser Hinsicht: Sein Titel ist irreführend! Statt einer allgemeinen Einführung im angedeuteten Sinn behandelt es nur ein Teilgebiet des so reichen und wichtigen Stoffes — die Anwendung mathematischer Methoden in der Vererbungslehre. Es ist — wie der Vf. einleitend selbst hervorhebt — „nur ein Problem um das sich die dargestellten mathematischen Verfahren gruppieren“: jenes nämlich, „ob ein bestimmtes Merkmal eines Lebewesens ein geerbtes oder ein durch Umwelteinflüsse erworbenes ist, oder ob beide Vorgänge gleichzeitig gewirkt haben“.

Ohne die große Bedeutung dieser Frage irgendwie in Abrede zu stellen, muß doch ausdrücklich betont werden, daß sich der Aufgabenkreis biologischer Forschung längst nicht mit ihr erschöpft! Sein Umfang geht sehr viel weiter und

Hand in Hand damit die Anwendungsmöglichkeit rechnerischer Verfahren. Wie oben angedeutet, haben diese bereits auf einigen praktisch äußerst wichtigen Gebieten eine erhebliche Bedeutung erlangt. Von der allgemeinen Biologie (zum mindesten im deutschen Schrifttum) wird sie allerdings meist übersehen bezw. völlig verkannt. So trifft auch der Vorwurf allzu einseitiger Stoffabgrenzung weniger den Vf., der als Mathematiker das Gebiet nicht übersehen konnte, als die heutzutage an unseren Hochschulen überwiegend vertretenen biologischen Richtungen, die offenbar für sein Buch richtunggebend wurden. Daß die Dinge zum Nutzen der Gesamtforschung anders liegen könnten und sollten, zeigen dem Kenner des Schrifttums am besten die Verhältnisse in angelsächsischen Ländern, oder auch jene der russischen biologischen Forschung.

Innerhalb der vom Vf. vollzogenen Abgrenzung seines Stoffes verdient hingegen das Buch volle Anerkennung. Ausgehend von den einfachsten Grundbegriffen, wie graphischer Darstellung, Funktion zweier Variabler usw., wird der Leser (bei dem im allgemeinen nur mathematische Schulkenntnisse vorausgesetzt werden) in die Grundlagen der Variationsstatistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung eingeführt. Beispiele und Aufgaben sind fast durchweg dem Gebiet der Vererbungslehre entnommen. Der für den Experimentalbiologen vielleicht wichtigsten Teil — die Korrelationsrechnung — ist vergleichsweise kurz weggekommen. In diesem Zusammenhang wäre ein Abschnitt über partielle Korrelationsrechnung erwünscht gewesen, auf deren große Bedeutung für Zwecke der experimentellen Biologie schon Pütter hingewiesen hat.

Die Darstellung ist im übrigen einfach, klar und verrät ein bemerkenswertes Lehrgeschick des Verfassers. So kann Ringlebs Buch als Einführung in Variationsstatistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung warm empfohlen werden. Insbesondere auch als Ergänzung und Vertiefung von Pütters 1929 erschienenem kurzen Abriß „Auswertung zahlenmäßiger Beobachtung in der Biologie", der mehr das Gebiet der experimentellen Physiologie berücksichtigt.

Zwölfer, Freiburg.

Speyer, Walter, Entomologie. Mit besonderer Berücksichtigung der Biologie, Ökologie und Gradationslehre der Insekten. Wissenschaftliche Forschungsberichte. Herausgegeben von R. E. Liesegang. Bd. 43, XI. 194 Seiten. Dresden, Verlag von Theodor Steinkopff, 1937. Preis geb. 14,50 RM.

Die literarische Produktion auf entomologischem Gebiet nimmt einen immer größeren Umfang an, beängstigend für jeden Entomologen, der einigermaßen auf dem laufenden bleiben soll. Werden doch alljährlich ca. 3500 Arbeiten über ökologische, biologsiche und systematische Entomologie in 2000—2500 Zeitschriften veröffentlicht. So kommt das vorliegende Buch, das ein Gegenstück zu den „Recent Advances" von Imms darstellt und einen Überblick über die Fortschritte der entomologischen Forschung seit 1914 geben will, einem dringenden Bedürfnis entgegen, und die wissenschaftlichen Entomologen werden dem Vf. gewiß dankbar sein für die große geleistete Arbeit. Daß in der Darstellung Lücken und auch manche Irrtümer sich finden, ist angesichts des Riesenmaterials, das zu bewältigen war, verständlich.

Behandelt werden folgende Gebiete der Entomologie: Paläontologie und Phylogenie; Morphologie, Anatomie und Physiologie; Lebensablauf der Insekten; Parasitismus und Symbiose; Verhalten bei besonderen Anlässen; Lebensablauf, Massenwechsel und geographische Verbreitung der Insekten unter dem Einfluß abiotischer und biotischer Faktoren; Wanderungen; die wirtschaftliche Bedeutung der Insekten.

Jeder Entomologe wird bei seinen Arbeiten des Speyersche Buch gerne zu Rate ziehen. K. E.

Horn, Walther, Über Entomologen und Entomo-Museologie. Entomologische Beihefte aus Berlin-Dahlem. Band 4. (1. August 1937.)

Walther Horn, der über einen Schatz von museologischen und bibliographischen Kenntnissen verfügt wie kaum ein zweiter der jetzt lebenden Entomologen, teilt uns in dieser Schrift vieles von seinen Erfahrungen mit. Der Referent hat die Ausführungen von Anfang bis zu Ende in einem Zug und mit stets steigendem Interesse gelesen. Mag es sich um die Lebensgeschichte der alten Entomologen handeln, wie Füeßly, Jakob Sturm, Graf P. F. M. A. Dejean, Herrich-Schaeffer oder der tragikomischen Figur Gistel, mag uns einiges aus der Geschichte der fünf größten Museen Europas (London, Leningrad, Wien, Paris, Berlin) erzählt werden, mögen Verbesserungsvorschläge für die systematische Entomologie gegeben oder Erfahrungen beim Ausleihen von Insekten oder Reorganisationsideen, bezw. der größeren deutschen zoologischen Museen mitgeteilt werden — überall versteht es Horn den Leser zu packen und vor allem auch zum Nachdenken anzuregen, ja zu zwingen. Jeder Entomologe, mag er zu den einzelnen Fragen stehen wie er wolle, sollte sich in die Hornsche Schrift vertiefen: keiner wird sie ohne Gewinn aus der Hand legen.

Auf Einzelheiten dieser reichhaltigen Schrift kann hier nicht eingegangen werden. Doch möchte ich wenigstens den Abschnitt, den Horn am Ende des I. Kapitels („Über die vergangenen Zeiten der Liebhaberkreise") unter dem Titel „Das Schlußbild" bringt, hier wiedergeben:

„Nicht nur ‚interessant', sondern auch ‚schön' ist die Vergangenheit gewesen! Wieviel Heroismus, wieviel Patriarchismus ist bei ihrem Durchblättern an unserem Auge vorübergezogen? Doch gewiß mutet uns auch so manches aus ihr längst etwas ‚biedermeierartig' an und so manches ist uns auch sonst fremd geworden. Zunächst langsam beginnend, dann zum Teil katastrophal beschleunigt durch die historischen Ereignisse der Weltgeschichte in den letzten 2 Jahrzehnten, ist längst eine neue Zeit gekommen, die zu verkennen oder gar aufhalten zu wollen, sinnlos wäre. Trotzdem kann der einfachste Sammler wie der feinste wissenschaftliche Liebhaber auch heute noch und in Zukunft vieles schaffen, wenn auch immer mehr im engeren Milieu; auch dann, wenn vielleicht die eigene Einsicht nicht mehr voll genügt: der eine kann im Material-Zusammenbringen, der andere im Züchten und Beobachten, der dritte im Registrieren von Literatur, der vierte in kleineren oder größeren Revisionen bezw. sonstigen Detail-Fragen, der fünfte in Katalogen und Faunen, der sechste vielleicht gar in einer Monographie und manch anderer als freiwilliger Hilfsarbeiter in Vereinen, Museen usw. mitarbeiten. Den Kopf hängen zu lassen und nur über die Vergangenheit zu grübeln, wäre völlig verfehlt; denn was ist denn letzten Endes geschehen? Die zum Teil großen Aufgaben der Vergangenheit hatte der einzelne große Liebhaber früher ja nur deshalb noch so manches Mal meistern können, weil die Wissenschaft selbst damals noch in den Kinderschuhen gesteckt. Jetzt hat sich das Blatt gewendet: das gesamte aufgespeicherte Wissen ist zu groß geworden, der einzelne Mitspieler zu klein; darum wollen wir aber nie vergessen, was die Liebhaberkreise geleistet hatten!" K. E.

Morstatt, H., Kaffee-Schädlinge und -Krankheiten Afrikas. Mit 68 Textabbildungen. Berlin, Verlag Kolonial-Wirtschaftliches Kommitee E. V., 1937. Preis 3,— RM.

Die vorliegende sehr zeitgemäße Schrift schließt sich an die im Jahre 1912 erschienene Darstellung des gleichen Autors „Die Schädlinge und Krankheiten des Kaffeebaumes in Ostafrika" an. Sie ist im Gegensatz zu dieser Abhandlung mehr für den Praktiker geschrieben und behandelt die Schädlinge nicht in systematischer Reihenfolge, sondern nach ihrem Vorkommen an der Pflanze (Stamm, Blätter, Wurzeln usw.). Bei der Beschreibung der einzelnen Schädlinge und ihrer Lebensweise wird im wesentlichen nur das gebracht, was für die Erkennung des

Schadens und den rechtzeitigen und richtigen Einsatz der Bekämpfungsverfahren notwendig ist. Von den letzteren werden nur solche berücksichtigt, die sich praktisch bewährt haben. Die Kaffeepflanzer Afrikas werden dem Vf., der selbst ein alter „Afrikaner" ist, Dank wissen für diese Schrift, die ein sehr wertvolles Hilfsmittel im Kampf gegen die Zerstörer ihrer Kulturen darstellt K. E.

Hymenopterorum Catalogus editus ab H. Hedicke. Pars 3: *Pamphiliidae,* bearbeitet von A. Klima. 's Gravenhage (Dr. W. Junk), 1937. Preis hfl. 6,50 (Subscriptionspreis hfl. 5,25).

Die dritte Lieferung des neuen großen Hymenopterenkataloges (s. diese Zeitschr. Bd. 23, S. 69) umfaßt auf 84 Seiten die Blattwespenfamilie der *Pamphiliidae (Lydidae).* Da die Familie eine Reihe forstlicher und landwirtschaftlicher Schädlinge enthält, so ist diese Lieferung auch für den angewandten Entomologen von besonderem Wert. Um so mehr, als auch die biologische Literatur recht vollständig angeführt ist. Nach den bis jetzt vorliegenden Lieferungen zu schließen, verspricht der neue Katalog ein unentbehrliches Hilfsmittel für jeden wissenschaftlich arbeitenden Entomologen zu werden. Es ist daher dringend zu wünschen, daß die Fortsetzung des Werkes durch eine genügende Zahl von Subscribenten gesichert wird. K. E.

Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. Begründet von Fr. Dahl, weitergeführt von Maria Dahl und Hans Bischoff. 33. Teil: Spinnentiere oder Arachnoidea. VIII: *Gnaphosidae — Anyphaenidae — Clubionidae — Hahniidae — Argyronetidae — Theridiidae.* — 222 Seiten und 483 Abbildungen im Text. Jena, Gustav Fischer, 1937. Preis brosch. 20,— RM.

Der 33. Teil des verdienstvollen Werkes bringt die Fortsetzung der Spinnentiere. Die *Gnaphosidae* („Plattbauchspinnen"), größtenteils Nachttiere, die kein Fangnetz verfertigen (in Deutschland mit ca. 45 Arten vertreten), die *Anyphaenidae* („Zartspinnen"), in Deutschland 7 Arten, und die *Clubionidae* („Röhrenspinnen"), ebenfalls meist nächtliche Räuber, in Deutschland mit 54 Arten (in 11 Gattungen) vertreten, sind von Eduard Reimoser bearbeitet; die *Hahniidae,* kleinste Spinnen, die meist an feuchten Orten im Moos und unter Laub unscheinbare Gewebe anfertigen, und die kleine Familie der *Argyronetidae* mit nur einer Art, nämlich der im Wasser lebenden *Argyroneta aquatica* L. von Maria Dahl, während die umfangreiche Familie der *Theridiidae* („Haubennetzspinnen") Hermann Wiehle zum Bearbeiter haben. Die Darstellung dieser letzteren Familie nimmt annähernd die Hälfte der ganzen Lieferung ein (ca. 200 Seiten und 286 Abbildungen). Die Haubennetzspinnen bauen Fangnetze von zwei verschiedenen Formen, nämlich solche für anfliegende Insekten und solche für am Boden oder an Baumstämmen laufenden Insekten. Man ist immer wieder überrascht, wie große Beutetiere den Theridiiden zum Opfer fallen, so überwinden manche Arten ohne weiteres die Honigbiene und die wehrhafte *Formica rufa;* Ameisen scheinen eine besonders beliebte Beute zu sein und eine größere Anzahl von Theridiiden nimmt ständig solche zur Nahrung. Biologisch sind die Haubennetzspinnen noch dadurch besonders interessant, daß wir bei ihnen eine Art Pflege der Jungen finden, die längere Zeit im Netz bleiben und von der Mutter mit eingewickelten Tieren gefüttert werden. Die Theridiiden besitzen meist ein kugelförmiges Abdomen („Kugelspinnen") und gehören ihrer Größe nach zu den kleineren und mittleren Spinnen, deren Gesamtlänge selten über 10 mm hinausgeht; zu ihnen gehört auch die Gattung *Lathrodectus,* die die giftigsten Spinnen enthält, die wir kennen, wie die südeuropäische Malmignatte, der asiatische Karakurt („schwarzer Wolf") und andere.

Die Bearbeitung der 33. Lieferung der „Tierwelt Deutschlands“ steht auf voller Höhe, und es ist nur zu hoffen, daß, angeregt durch dieselbe, das Interesse auch der angewandten Biologen sich dieser vom ökologischen Standpunkt aus so interessanten Arthropodengruppe der Spinnen zuwendet. K. E.

Cleveland, L. R., The wood-feeding Roach *Cryptocerus*, its Protozoa, and the symbiosis between Protozoa and Roach. (In colleboration with S. R. Hall, E. P. Sanders and Jane Collier). Mem. of the Americ. Academy of Arts and Sciences. **17** (1934). 160 Seiten in 4, mit 60 Tafeln und 40 Textfiguren.

Cleveland hat im Lauf der letzten 10 Jahre eine Reihe wertvoller Arbeiten über die Symbiose zwischen Termiten und Darmprotozoen veröffentlicht. Das vorliegende umfangreiche Werk, das mit 60 sehr schönen Tafeln ausgestattet ist, beschäftigt sich mit der Protozoenfauna im Enddarm von *Cryptocercus punctulatus* Scudd., einer gesellig lebenden Blattide, die von feuchtem Holz sich ernährt. Die Art kommt nur im Westen und im Osten der Vereinigten Staaten vor; diese geographische Verbreitung ist wahrscheinlich dadurch bestimmt, daß die in Symbiose mit ihr lebenden Protozoen, ohne die sie nicht existieren kann, an bestimmte Temperaturen gebunden sind (so gehen sie bei 30° C in kurzer Zeit zugrunde).

Der erste Teil handelt von der Bionomie, der Anatomie, vor allem des Darmkanals, der zweite von der Wirkung der Häutung auf die Protozoen (letztere bilden widerstandsfähige Stadien) und der Art der Infektion der jungen Larven, während der umfangreichste 3. Teil (ca. 100 Seiten) eine ausführliche Beschreibung mit zytologischen Details der symbiotischen Protozoen enthält. Es werden nicht weniger als 11 neue Gattungen und 25 neue Arten der *Hypermastigina* und *Polymastigina* beschrieben. Der letzte Teil, „The Symbiosis“, bringt die Ergebnisse zahlreicher Experimente, die über die Rolle der Protozoen in der Verdauungsphysiologie der Schabe angestellt wurden. Die Protozoen enthalten Enzyme (Cellulase und Cellubiase), durch welche Dextrose gebildet wird. Daß die letztere wichtig für das Leben von *Cryptocercus* ist, geht daraus hervor, daß die Individuen, die nach künstlicher Entfernung der Protozoen schnell absterben, länger am Leben erhalten werden können, wenn sie mit Dextrose gefüttert werden. Die Bildung der Dextrose durch die Protozoen geschieht im Hinterdarm, wo sich die letzteren ja befinden; der Zucker gelangt aber dann in den Mitteldarm, wo die Absorption erfolgt (es waren viele Versuche notwendig, um diese Rückwanderung festzustellen). Die Sicherung der Protozoeninfektion ist durch das Gesellschaftsleben von *Cryptocercus* gegeben, da die Infektion der jungen Larven nur inmitten der älteren Individuen, und zwar während deren Häutung geschieht.

Die wundervolle Arbeit bedeutet nicht nur einen großen Fortschritt in der Erkenntnis der Symbiose von Protozoen und Insekten (vor allem der Termiten), sondern bringt außerdem noch eine Fülle von allgemein interessanten biologischen und physiologischen Ergebnissen. Das Studium wird jedem Zoologen reichen Gewinn bringen. K. E.

Hering, Martin, Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas einschließlich Englands. Bestimmungstabellen aller von Insektenlarven der verschiedenen Ordnungen erzeugten Minen. Lieferung 4 und 5. Seite 337 bis 560. Tafel V bis VII. Neubrandenburg, Verlag Gustav Feller. Preis je Lieferung 12,— RM.

Die beiden Lieferungen (4 u. 5) enthalten die Pflanzengattungen *Myrica* bis *Zinnia*. Es finden sich darunter eine Reihe landwirtschaftlich und forstlich wich-

tiger Pflanzen, wie *Pirus, Populus, Prunus, Quercus, Rosa, Salix, Trifolium, Ulmus* usw., so daß nicht nur der Botaniker und Minenforscher, sondern auch der angewandte Entomologe viel ihn Interessierendes darin finden wird. Von *Pirus* werden 52, von *Quercus* 51, von *Salix* nicht weniger als 55 verschiedene Minen angegeben und kenntlich gemacht (darunter 41 Schmetterlingsminen), von der *Ulme* 23, von *Trifolium* 14 usw. Die Tabellen sind so klar und übersichtlich, daß die Bestimmung in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit gelingt, zumal eine große Zahl sehr charakteristischer Abbildungen den Text vorteilhaft unterstützen. Wir können das Heringsche Werk nur immer wieder aufs wärmste empfehlen.

K. E.

Klinkowski, Max, und **Lehmann, Hans,** Kranke Luzerne. Mit 16 Abbildungen. Neudamm, Verlag J. Neumann, 1937. Preis broschiert 4,50 RM.

Die Luzerne ist eine unserer eiweißreichsten Futterpflanzen und wird daher von Jahr zu Jahr mehr angebaut. Ihre Anbaufläche stieg von 208 673 ha im Jahre 1913 auf 409 921 ha am Jahr 1936. Infolge der ständigen Ausdehnung des Luzernenbaues zeigten sich nun Krankheiten und tierische Schädlinge in erhöhtem Maße. Ihre Bekämpfung gestaltete sich bisher in vielen Fällen recht schwierig, da unsere Kenntnisse über die Luzernenschädlinge teilweise noch mangelhaft waren. Hier soll die vorliegende Schrift Wandel schaffen und der erste Versuch sein, Klarheit über die verschiedenen Fragen der Bekämpfung der Luzernenkrankheiten und -schädlinge zu bringen.

Die Schrift zerfällt in drei Hauptabschnitte: „Nichtparasitäre und Viruskrankheiten", „Die pilzlichen Feinde" und „Die tierischen Feinde"; die beiden ersten Teile (S. 11—64) sind von Dr. M. Klinkowski und der letzte Teil (S. 65—128) von Dr. Hans Lehmann bearbeitet. Diesen Hauptabschnitten vorausgeschickt ist ein Bestimmungsschlüssel aller bis jetzt beobachteten Krankheiten und Schädlinge nach den Schadbildern, wodurch dem Praktiker die erste Orientierung ermöglicht wird.

Von tierischen Feinden sind folgende genannt: *Tylenchus dipsaci* Kühn, *Heterodera radicicola* Greef., *Agriolimax agrestis* L., *Helix obvia* Hartm., *Julus londinensis* Leach, *Tetranychus telarius* L., *Eriophyes plicator* Nal., drei *Thrips*-Arten, drei Blattwanzen *(Lygus pratensis* L. und *pabulinus* L., und *Adelphocoris lineolatus* Goetze), die Erbsenblattlaus *(Macrosiphon onobrychidis* B. d. F.), zwei Kleinschmetterlinge *(Cneph. wahbomiana* L. und *Phyct. sticticalis* L.), verschiedene Erdraupen *(Agrotis),* vier Gallmücken, drei Minierfliegen *(Agromyza*-Arten), Drahtwürmer, ein Coccinellide *(Subcoccinella* 24 — *punctata* L.), die verschiedenen Engerlinge, verschiedene Rüsselkäfer *(Apion, Phytonomus, Sitona, Otiorrhynchus),* ferner ein Ipide *(Hylastinus trifolii* Müll.), die Kleesamenwespe *(Bruchophagus funebris* How) und endlich außerdem noch Mäuse und Kaninchen. Jeder Schädling wird, soweit bekannt, nach seinem bionomischen, ökologischen und epidemiologischen Verhalten und nach seiner wirtschaftlichen Bedeutung geschildert und sodann werden die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen angegeben.

Die Darstellung ist klar und übersichtlich, alles überflüssige Beiwerk ist weggelassen; die beigegebenen Abbildungen lassen das Wesentliche gut erkennen. So stellt die „Kranke Luzerne" eine durchaus erfreuliche Neuerscheinung in der Schädlingsliteratur dar, die in der Hand des praktischen Landwirtes gute Dienste im Sinne einer Steigerung der Luzerneerträge leisten wird. K. E.

Weidner, Herbert, Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas. 144 Seiten, 171 Abbildungen im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1937. Preis broschiert 6,50 RM.

Das vorliegende Buch will der Praxis dienen und hauptsächlich dem Kammerjäger, zoologischen Desinfektor oder Lagerverwalter usw. ein Mittel zur Bestimmung an die Hand geben. Im Kleindruck werden noch weitere Arten dargestellt, die eine geringere Bedeutung für die genannten Berufsstände haben, und die mehr den „Studenten und Wissenschaftlern an den Pflanzenschutzämtern der Landesbauernschaften und anderen Auskunftsstellen rasch eine Artbestimmung ermöglichen wollen, ohne Heranziehung einer umfangreichen Fachliteratur". Die Weidnerschen Bestimmungstabellen stellen eine Ergänzung des bekannten Zacherschen Buches über die Vorratsschädlinge usw. dar und werden als solche sicherlich gute Dienste leisten. Chr. Hofmann.

Hanson, H. S., Notes on the ecology and control of pine beetles in Great Britain. Bull. entomol. Res. 28, 185—236 (1937). (Mitteilungen über die Ökologie und Bekämpfung von Käfern der Kiefernwaldungen in Großbritannien.)

Die ausführliche Arbeit berücksichtigt die in Kiefern brütenden Borkenkäfer, in erster Linie *Myelophilus piniperda* L.

Zunächst werden die verschiedenen durch *Myelophilus piniperda* hervorgerufenen Schäden beschrieben, die auf Wertminderung des Holzes, Zuwachsverluste und Beschleunigung des Absterbens leicht beschädigter und unterdrückter Bäume hinauslaufen. Einige Abbildungen erläutern diese Beschreibungen.

Das Massenauftreten der Borkenkäfer geht nach der Darstellung des Vf. einmal periodisch vor sich, korrespondierend mit dem Anfall von geeignetem Brutmaterial, das beim Wachstum und Bestandesschluß auf natürliche Weise durch Unterdrückung und Beschattung entsteht, eine Erscheinung, die sich nach Durchforstungen jeweils wiederholt, zum anderen im Gefolge von ausgedehnteren Durchforstungen, Waldbränden, Wind- und Schneebruch, wenn die Beseitigung des anfallenden Materials vernachlässigt wird.

Vf. geht dann auf die einzelnen die Populationsdichte der Borkenkäfer beeinflussenden Faktoren ein: 1. Klimatische und physikalische Bedingungen spielen insofern eine Rolle, als einmal in unter zu günstigen Bedingungen aufwachsenden Beständen sehr schnell durch gegenseitige Unterdrückung der Bäume geeignetes Brutmaterial entsteht, andererseits aber zu ungünstige Bedingungen, die eine gesunde Entwicklung der Bäume verhindern, dem Angriff der Borkenkäfer förderlich sind. 2. Der Einfluß der Übervölkerung auf endliche Verminderung der Populationsdichte wird unter Heranziehung der Arbeiten von Trägardh erörtert. 3. Von den Parasiten spielen für die Bekämpfung seuchenerregende Organismen keine große Rolle, da sie erst beim Höhepunkt der Kalamität wirksam werden. Über den Einfluß parasitierender Nematoden auf Herabsetzung der Zeugungskraft der Borkenkäfer bestehen noch Meinungsverschiedenheiten. Ihre eventuelle nützliche Wirkung wird aber durch die ebenfalls erfolgende Parasitierung räuberischer Käfer wieder aufgehoben. Von den parasitierenden Hymenopteren ist *Rhopalicus tutela* Walk. als wichtigste Art angegeben. Wichtigster Parasit von *Pityogenes bidentatus* Herbst. ist *Dendrosoter hartigi* Ratz. Den Räubern mißt Vf. bei der Bekämpfung der Borkenkäfer eine größere Bedeutung zu als den Parasiten. Er gibt eine Liste der Insekten, die als Borkenkäferräuber beobachtet wurden. Von besonderer Bedeutung sind unter den Käfern Angehörige der *Nitidulidae*, vor allem *Pityophagus ferrugineus* F., *Rhizophagus ferrugineus* Pk. und *Rhizophagus bipustulatus* F. Elateriden sind wegen ihrer Vernichtung auch der Parasitenlarven mehr als schädliche Räuber zu betrachten; dasselbe gilt von dem Cleriden *Thanasimus formicarius* L., trotzdem er der Borkenkäferbrut nachstellt. Angehörige der *Staphylinidae, Tenebrionidae* und *Pythidae* werden zwar als Borkenkäferräuber gelegentlich angetroffen, haben aber keine wesentliche Bedeutung. *Rhagium bifasciatum* F. und *Asemum striatum* L. können dadurch wichtig werden, daß sie das Kambium der Baum-

stümpfe zerstören und diese damit für Bebrütung durch Borkenkäfer und *Hylobius abietis* L. ungeeignet machen. Die gefräßige Larve der Neuroptere *Raphidia notata* F. wurde nicht sehr häufig beobachtet. Einige Dipteren sind bemerkenswerter als Zerstörer von Parasiten- als von Borkenkäferlarven. Über die Bedeutung der Vögel, insbesondere der Spechte, sind die Meinungen noch geteilt. Vf. kommt zu dem Schluß, daß die Vögel als Faktor bei der Borkenkäferbekämpfung nicht überschätzt werden dürfen, da sie auch Parasiten und Räuber in hohem Maße vernichten. 4. Es werden Bemerkungen über die Konkurrenz verschiedener Borkenkäferarten gemacht. *Crypturgus cinereus* Hbst. wird auf Grund von Befunden anderer Autoren für bedeutungsvoll gehalten, da sein Vorkommen das von *Myelophilus minor* auszuschließen scheint.

Vf. geht dann ausführlich auf forstwirtschaftliche Maßnahmen zur Borkenkäferbekämpfung ein. Er wendet sich gegen die Forderung der „sauberen Forstwirtschaft" und kommt auf Grund seiner ausgedehnten Durchforstungsversuche zu dem Ergebnis, daß nur die Beseitigung des Materials mit einem Durchmesser von mehr als drei Zoll zu fordern ist, weil es in stärkerem Maße bebrütet wird, das dünnere Material aber liegen bleiben kann; denn die in ihm brütenden Borkenkäfer vermindern sich durch Übervölkerungserscheinungen, bilden aber andererseits den Parasiten und Räubern die erforderliche Nahrungsquelle. Bei den Versuchen hat Vf. ein brauchbares Maß für den Borkenkäferbefall in der Anzahl der Triebe je Flächeneinheit gefunden, die infolge des Käferfraßes abfallen. Zur Aufrechterhaltung des Räuberbestandes hält Vf. es für erforderlich, daß kleinere Mengen geschlagener oder gefallener Stämme nicht im Herbst oder Winter entfernt werden, da sie dann den Räubern als Winterversteck dienen. Wenn die Abfuhr des Holzes wirtschaftlich doch erforderlich wird, soll wenigstens die Borke im Bestand belassen werden.

Über den Wert der Fangbäume äußert sich Vf. noch nicht endgültig; er stellt vielmehr ein Arbeitsprogramm zur Klärung dieser Frage auf.

Vf. bespricht sodann die Maßnahmen, die in den besonderen Fällen des Kahlschlages, des Waldbrandes und Windbruchs zu beachten sind. Chemische Mittel, um geschlagene Bäume für Bebrütung durch Borkenkäfer untauglich zu machen, sind zu kostspielig. Es wird das Entborken der Stämme nach angemessener Entwicklung der Brut empfohlen, doch erscheint dem Vf. ein Verbrennen der Borke nicht erforderlich. Auch die Beseitigung des Reisigs ist nicht unbedingt notwendig. Nach Waldbränden und Windbruch sind die gleichen Maßnahmen zu treffen, nur bei geringerem Holz wird seine möglichst baldige Beseitigung angeraten. Dr. Herbert Brandt, München.

Francke-Grosmann, H., 1. Zur Morphologie der Tannenlaus *Dreyfusia Prelli* Grosmann und ihrer Galle auf *Picea orientalis* Lk. — 2. Ökologie und Schadwirkung von *Dreyfusia Prelli Grosmann.* (Aus dem Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt.) Z. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Bd. 47, 1937; Heft 9 (464—482) und Heft 10 (497—516).

In der ersten Arbeit gibt Vf. eine genaue Beschreibung der Entwicklungsstadien, der Galle, sowie die Definition der neuen in Pillnitz a. d. Elbe aufgefundenen Spezies. In der zweiten Arbeit werden Entwicklungsgang und Schadwirkung behandelt. Unterschiede von *Dreyfusia nordmannianae* (vgl. Hofmann, diese Zeitschr. Bd. 24 Heft 2 [161—180], 1937) bestehen u. a. darin, daß bei *Dr. prelli* während des Sommers keine zur Fortpflanzung schreitenden Sistentes auftreten, ferner darin, daß *Dr. prelli* die Wipfel älterer, schon fruchtender Tannen befällt, während *Dr. nordmannianae* vorwiegend Jungtannen beschädigt.

Bis zum Herbste bleiben die Sistenteslarven in einem Latenzzustand. Ihre Weiterentwicklung beginnt im Oktober und geht infolge der besseren Ernährungs-

verhältnisse bei den Sistentes schneller vor sich, die sich an den Blütenknospen angesiedelt haben. Im Februar beginnt die Eiablage. Die daraus schlüpfenden Sistentes besiedeln die Achsen vorjähriger Triebe, die Progredientes gehen zu den austreibenden Blüten und vollenden dort ihre Entwicklung zu den geflügelten Sexuparae. Die an den Triebachsen überwinternden Sistentes entwickeln sich langsamer, ihre Eiablage beginnt erst Ende März; ihren Nachkommen stehen schon die neuen vegetativen Triebe zur Verfügung. So kommt es zu zwei Flugperioden der Sexuparae. Diese gehen auf *Picea orientalis* über, es entstehen aus ihren Nachkommen die Sexuales und aus ihnen die Fundatrices. Die von den frühfliegenden Sexuparae stammenden Fundatrices erscheinen schon Anfang Juni. Die Überwinterung der Fundatrix erfolgt im zweiten Stadium, die Eiablage beginnt im März, nachdem im Februar die Weiterentwicklung eingesetzt hat. Ihre Nachkommen sind die gallenbildenden Individuen. Die aus den Gallen schlüpfenden Migrantes fliegen wieder zu den Tannen; ihre Nachkommen zeigen den Sistenstypus.

Die Schädigungen durch den Stich der Sistentes sind zunächst nicht schwerwiegend, doch führt vor allem im Frühjahr eine dichte Besiedlung zu ernsthafteren Folgen, wie Kümmerwuchs und Absterben von Ästen. Die Stichwirkungen der Fundatrices sind denen der Sistentes ähnlich. Die Sexuparae hinterlassen auf den befallenen Nadeln keine bemerkenswerten Spuren, nur bei Befall der Blütenstände kommt es zu deren vorzeitigem Absterben. Die Gallenbildung auf *Picea orientalis* ist praktisch unbedeutend, da in erster Linie Seitentriebe befallen werden, das Längenwachstum des Triebes also nicht gestört wird.

Dr. prelli wurde auf *Abies nordmannia* und *Abies cephalonica* beobachtet. Der Übergang auf andere Tannenarten ist analog dem von *Dr. nordmannianae* nicht von der Hand zu weisen. Doch wird er wohl dadurch beschränkt werden, daß eine Verschleppung mit Jungtannen nicht in Frage kommt und ferner einer aktiven Ausbreitung durch die geflügelten Sexuparae das nur vereinzelte Vorkommen der *Picea orientalis* Schranken setzt.

Herbert Brandt, München.

Kuntze, H. A., Die Zikaden Mecklenburgs, eine faunistisch-ökologische Studie. (Aus dem Entomologischen Seminar der Universität Rostock.) Archiv für Naturgeschichte Bd. 6, Heft 3 (299—388), 1937.

Mit dieser eingehenden Arbeit hat Vf. die Zahl der in Mecklenburg vorkommenden Zikaden von 150 auf 282 erhöht. In mustergültiger Weise gliedert er die Arten nach ihren Lebensräumen. In manchen Fällen konnte eine wechselnde Flächendichte in Abhängigkeit vom Mikroklima festgestellt werden. Vf. untersucht auch die Zikadenfauna der Kulturpflanzen. Als Schädlinge haben die Zikaden außer *Typhocyba rosae* L., die die Weißpunktkrankheit der Rosen verursacht und deren Massenauftreten verschiedentlich beobachtet wurde, in Mecklenburg keinerlei praktische Bedeutung. Auf Feinde und Parasiten der Zikaden wird ebenfalls ausführlich eingegangen. Herbert Brandt, München.

Bergold, G., und **Ripper, W.,** *Perilampus tristis* Mayr. als Hyperparasit des Kieferntriebwicklers (*Rhyacionia buoliana* Schiff.). Z. f. Parasitenkunde Bd. 9, Heft 3 (394—417), 1937.

Die gründlichen Untersuchungen der beiden Autoren wurden während des Massenauftretens von *Rhyacionia buoliana* im mittleren Burgenland (Österreich) in den Jahren 1931—1936 ausgeführt. Zunächst wird in einer tabellarischen Übersicht der jahreszeitliche Ablauf der Wechselbeziehungen zwischen Wirtspflanze, Schädling und seinen Parasiten dargestellt. Auf die Feststellung, daß der Kieferntriebwickler nicht nur in jungen Beständen vorkommt, sondern auch alte und hohe Kiefern angeht, sei noch besonders hingewiesen. Es folgt eine Aufzählung der *Rh. buoliana*-Parasiten, die in zwei Gruppen einzuteilen sind,

solche, die den Schädling zwar an der Metamorphose verhindern, ihn aber doch noch Fraßschäden anrichten lassen, und solche, die schon den Tod der ersten Raupenstadien herbeiführen. Beide Gruppen von Parasiten werden in starkem Maße von dem Chalcidier *Perilampus tristis* Mayr parasitiert, wodurch dieser als Hyperparasit auch für die Begrenzung des Kieferntriebwicklers von großer Bedeutung wird. *P. tristis* ist in Deutschland, Österreich, Italien und Frankreich gefunden worden sowie auch in Kanada. — Die einzelnen Entwicklungsstadien des *P. tristis* werden von den Vf. beschrieben und in Abbildungen wiedergegeben. Entwicklungsgang und Lebensweise des Hyperparasiten weisen interessante Züge auf. Die Imagines schlüpfen von Mitte Juni bis Ende August. Das Geschlechtsverhältnis ist 1 : 1. Die Reifung der Eier, deren Zahl in einem Fall mit 384 angegeben wird, geschieht postmetabol. Die Eier werden wahrscheinlich frei an die Kiefernnadeln angeheftet. Die daraus schlüpfende Larve, Planidium genannt, klammert sich vorbeikommenden *Rh. buoliana*-Raupen an und bohrt sich in diese ein. Dieser Moment ist der kritischste Punkt des Entwicklungsganges. In einer Raupe konnten bis zu 9 Planidien festgestellt werden. In der Raupe erwarten die Planidien ihren eigentlichen Wirt, den für den Wickler primären Parasiten, wobei primär nicht zeitlich, sondern dem Grade nach gerechnet werden muß. Bleibt dieser Wirt aus, gelangen die Planidien als solche unbeschädigt bis in die im nächsten Jahre sich entwickelnde Schmetterlingspuppe. Falls sie auch in ihr keinen primären Puppenparasiten finden, gelangen sie bis in den Falter, mit dessen Absterben sie ebenfalls zugrunde gehen. Wird aber die Raupe primär parasitiert, leben die Planidien zwar noch während des Herbstes und Winters neben der primären Parasitenlarve im Raupenkörper, bohren sich aber im Mai und Juni des folgenden Jahres in diese ein. Zunächst bleiben sie unverändert in der Parasitenlarve. Schreitet diese aber zur Verpuppung, heftet sich ihr das Planidium als Ektoparasit an, und nun erst vermag die Weiterentwicklung über das 2., 3. und 4. Larvenstadium bis hin zur Puppe zu erfolgen.

Die Hyperparasitierung der primären Parasiten durch *P. tristis* ist sehr stark; sie erreicht in einem Fall eine Höhe von 86,5 %, andere Feststellungen kommen diesem Wert nahe. Die Entwicklung des Parasiten scheint durch die Hyperparasitierung beschleunigt zu werden, denn früh in der Saison gesammelte Parasitenpuppen waren in höherem Maße parasitiert als später gefundene. Solche Entwicklungsbeschleunigung eines Wirtes durch Parasitierung ist auch bei anderen Insekten beobachtet worden.

Im Konkurrenzkampf der Hyperparasiten untereinander siegt *P. tristis* stets über einzelne Hyperparasiten, indem deren Larven angefallen und in ihrer Puppe die Entwicklung vollendet wird. Das ist z. B. der Fall, wenn der Parasit *Omorgus mutabilis* Holmg. außer von *P. tristis* von *Pimpla ruficollis* Grav. hyperparasiert wird. Die solitären Parasitenpuppen werden von *P. tristis* natürlich ausgefressen. Bei dem polyembryonalen Parasiten *Copidosoma geniculatum* Dalm. und dem Herdenchalcidier *Tetrastichus turionum* Htg. ist aber die Beseitigung durch *P. tristis* infolge ihrer zahlenmäßigen Übermacht unmöglich. Diese Parasiten eignen sich also für eine biologische Bekämpfung des Kieferntriebwicklers vorzüglich, zumal *C. geniculatum* die Raupen bereits tötet, wenn sie die Posthornbildung der Triebe noch nicht verursacht haben. In den Jahren 1931—1935 wurden die Parasiten bereits in großen Mengen nach USA, 1936 nach England und Kanada aus Österreich exportiert. Herbert Brandt, München.

Butovitsch, V., Studier över Tallskottvecklarven, *Evetria buoliana* Schiff. (Studien über den Kieferntriebwickler, *Evetria buoliana* Schiff.). Teil I. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt Heft 29, 1936.

Diese ausführliche Studie bringt zur Bionomie, Ökologie, Schadwirkung und Bekämpfung des Kieferntriebwicklers unter eingehender Anwendung statistischer Methoden. Bestätigt werden die Angaben amerikanischer Autoren

über die freie Lebensweise der Eiraupe an der Nadelbasis. Das Einbohren in die Knospe erfolgt also nicht sofort nach dem Schlüpfen. Auszählungen ergeben einen durchschnittlichen Nadelfraß von 1,9 Paaren je Jungraupe. Im Gegensatz zu Bodenheimer wird nicht die effektive Wärmesumme, die von Bodenheimer übrigens zu hoch bestimmt war, denn sie beträgt nur rund 2400°, nicht 3600°, als ausschlaggebender Faktor für die Entwicklungsdauer (Zahl der Generationen) angesehen, sondern die Entwicklungsbiologie der Wirtspflanze. Beim Fraß werden, wie statistische Bestimmungen ergeben, Mitteknospen gegenüber den Seitenknospen nicht bevorzugt. Besonders stark befallen werden exponierte Teile. Eine Bevorzugung schlechtwüchsiger Bestände auf geringen Böden läßt sich nicht erweisen: Kränkeln ist Folge, aber nicht Ursache des Fraßes. Daß in erster Linie jüngere Pflanzen (15—20jährige) befallen werden, hängt erstens mit der Flughöhe der eierlegenden Weibchen, zweitens mit der besonders starken Knospengröße in diesem Alter zusammen. Knospen älterer Bäume sind als Nahrungsquelle zu klein. Das gleiche gilt für 1- und 2jährige Kiefern. Ausschlaggebend für den Befallsgrad erweist sich die Bestockungsdichte: Lückenränder werden viel stärker befallen als Pflanzen im dichten Bestand. Ebenso schützt hohe Bodenvegetation (z. B. *Calluna*) vor allzu frühem Befall. Ausführlich mit guten Photos illustriert wird die technische Schadwirkung. Bei der Bekämpfung erweisen sich die von amerikanischen Autoren erfolgreich gebrauchten Spritzmittel (nur gegen Eiraupen anwendbar!!) als zu teuer, das Wildverbißmittel „Proherba" für diese Zwecke als ungeeignet. Es gibt also bisher nur erst vorbeugende Mittel: enger Verband, sofortige Ausbesserung aller entstehenden Lücken, Vermeidung von Durchforstung bis zum 20. Jahr. Interessant ist die Beobachtung, daß tote Jungraupen in Spinnennetzen *(Aranea atrica)* gefunden wurden. Pagast, München.

Broekhuizen, S., Het Raadel der Jepenzickte. Libellenserie Nr. 134. Baarn, Bosch & Keuning, 1937. 40 Seiten. 21 Textfiguren. 1 Bildnis. Preis 45 cent.

Dieses populäre Büchlein „Das Rätsel des Ulmensterbens", das der vor einem Jahr verstorbenen verdienstvollen Erforscherin der Ulmenkrankheit Christine J. Buizman gewidmet ist, gibt in sehr anschaulicher Weise eine Übersicht über die seit 1920 immer mehr um sich greifenden Erscheinung des Ulmensterbens, die ja auch in Deutschland und fast in ganz Europa den Ulmenbestand schwer bedroht. Alles Wissenswerte ist darin vorgebracht, auf streng wissenschaftlicher Grundlage beruhend: das Wesen der Krankheit, ihre Ursachen, ihre Verbreitung, die Höhe des Schadens in Holland, die Bekämpfungsmaßnahmen usw.

Die Schrift Broekhuizens, die auch sehr geschmackvoll ausgestattet ist, verdient auch bei uns weitgehendstes Interesse. K. E.

Hesmer, H., Die heutige Bewaldung Deutschlands. Dargestellt an Hand von 17 Karten der einzelnen Holz- und Betriebsarten. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1937. Preis 3,80 RM.

Auf 17 übersichtlichen Einzelkarten wird auf Grund genauer Erhebungen erstmalig die Verbreitung der verschiedenen Holz- und Betriebsarten bildlich aufgezeigt. Ein begleitender Text zeigt im einzelnen, wie der Standort und die ursprüngliche Bestockung die heutige Waldung beeinflußt haben, und wie diese durch die Forstwirtschaft ihr heutiges Gepräge erhielt. Der Holzwirtschaft, dem Holzhandel und der Holzindustrie wird durch die zusammenfassende Darstellung der Holzartenverteilung ein genauer Überblick über Erzeugungsverhältnisse und Bezugsmöglichkeiten geboten.

Aber nicht nur den Forstbehörden und praktischen Waldwirten wird die Arbeit Hesmers von großem Nutzen sein, sondern sie wird auch dem Wissenschaftler und unter ihnen nicht zuletzt dem Forstentomologen außerordentlich wertvolle Dienste für seine epidemiologischen Studien leisten. K. E.

Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Herausgegeben von Emil Abderhalden. Lief. 466. Abt. IX. Methoden zur Erforschung der Leistungen des tierischen Organismus. Teil 3, Heft 7 (Schluß). Berlin und Wien, Verlag Urban & Schwarzenberg, 1937. Preis 17 RM.

Die über 250 Seiten starke Lieferung enthält neben einer botanischen Arbeit zwei Kapitel über Insekten, die in der Vererbungsforschung eine bedeutsame Rolle spielen: G. A. Lebedeff (Ithaka), Methoden zur Züchtung von *Drosophila* (mit 44 Abbildungen) und R. K. Nabours (Manhattan), Methoden und Ergebnisse bei der Züchtung von *„Tetriginae"*.

Über die „Tau- oder Essigfliege" *(Drosophila)* ist in den letzten 25 Jahren sehr viel gearbeitet worden, hauptsächlich von den Genetikern. Stellt sie doch auch ein für den Vererbungsforscher besonders günstiges Objekt dar, da sie sich das ganze Jahr über leicht züchten läßt, und ferner wegen der zahlreichen Nachkommenschaft, der kleinen Chromosomenzahl und der Schnelligkeit der Fortpflanzung. Im Zusammenhang mit den genetischen Untersuchungen an *Drosophila* wurden auch allgemein biologische Untersuchungen angestellt, so daß *Drosophila melanogaster* gegenwärtig mit zu den in genetischer und biologischer Hinsicht beliebtesten Studienobjekten unter den Insekten gehört. Die zusammenfassende Darstellung, die Lebedeff hier gibt, ist daher besonders begrüßenswert; sie wird vor allem dem Anfänger sehr wertvolle Dienste leisten.

Die *„Tetriginae"*, die zu den kleinsten Orthopteren gehören, sind durch eine große Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit in der Form und Farbzeichnung ausgezeichnet, was auch sie für Vererbungsforschung besonders geeignet macht. Nabours gibt über die bisherigen Ergebnisse seiner genetischen Studien eine zusammenfassende Übersicht und gibt Anleitungen zu weiteren Forschungen auf diesem dankbaren Gebiet. K. E.